COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 JUIN 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Ministre de l'Instruction publique adresse une ampliation du décret par lequel M. le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *Louis Cailletet*, pour remplir la place d'Académicien libre, laissée vacante par le décès de M. *du Moncel*.

Il est donné lecture de ce décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. Cailletet prend place parmi ses Confrères.

M. Tresca donne connaissance de la Lettre par laquelle Sa Majesté l'Empereur Don Pedro le charge de « communiquer à l'Académie l'expression de ses sentiments de profond regret à l'occasion de l'immense perte que les Sciences viennent de faire en la personne de M. Dumas ».

ASTRONOMIE. — *Étude sur le contour apparent de Vénus;* par MM. **Bouquet de la Grye** et **Arago**. (Extrait.)

« La mesure des plaques photographiques obtenues à Puebla pendant la durée du passage de Vénus sur le Soleil nous ayant mis à même de constater quelques résultats nouveaux relatifs au contour de cette planète, nous croyons devoir les communiquer à l'Académie.

» Le but principal des mesures que nous avons prises était de déterminer sur chaque plaque la distance des centres des deux astres; puis, s'il était possible, l'angle de position de Vénus, afin de conclure de la marche de la première valeur ou de l'ensemble des deux un chiffre nouveau pour la parallaxe solaire.

» Pour arriver aux nombres exprimant des distances et des angles avec la rigueur désirable, l'un de nous proposa à la Commission du passage de Vénus de faire des pointés sur le contour du disque des deux astres au moyen d'un microscope se mouvant selon des coordonnées rectangulaires, et, après avoir corrigé les valeurs en x et y de la réfraction, des erreurs dépendant de l'instrument de mensuration de celles introduites par le véhicule de l'appareil photographique, de former avec elles des équations de condition du second degré en assez grand nombre pour éliminer les erreurs des pointés.

» Une fois les valeurs des coefficients de chaque équation obtenues, on pouvait en déduire la grandeur du rayon équatorial et du rayon polaire de la planète, ainsi que l'inclinaison du premier sur l'équateur terrestre, représenté suffisamment sur chaque plaque par l'impression des fils médians du réticule.

» C'est ce procédé qui a été appliqué, à titre d'essai, sur une centaine de plaques et, malgré la longueur des calculs qu'il a nécessités, il nous paraît devoir être recommandé une fois de plus, parce que non seulement il a conduit aux résultats demandés, mais encore parce qu'il a mis sur la voie de phénomènes nouveaux.

» Pour ne parler aujourd'hui que du disque de Vénus, notons que nous nous sommes arrêtés au nombre de trente-deux pointés complets autour de la planète (le chiffre doit être divisible par 8 pour faciliter la résolution des équations), que chaque pointé a été fait avec un grossissement de microscope de six diamètres et, comme l'image était elle-même amplifiée

de quatre fois et demie, le système optique général grandit de vingt-sept fois l'image obtenue au foyer de l'objectif.

» L'appareil qui a servi aux mesures a été construit par MM. Brunner pour la Faculté des Sciences de Lyon, qui a bien voulu le prêter momentanément à la Commission de Vénus.

» La description en serait trop longue pour figurer ici; on doit seulement retenir que les pointés peuvent donner le millième de millimètre et que c'est sur des quantités exprimées en microns que roulent toutes les discussions.

» Il avait été convenu, au commencement des mesures, entre les deux opérateurs, que chacun d'eux fonctionnerait, en tant que pointés sur l'image photographique, de la façon qui lui paraîtrait la plus avantageuse; M. Arago se tint au système exposé par le chef de la Mission devant le Comité, c'est-à-dire qu'il fit les pointés au centre même d'un carré fourni par des fils d'araignée, tandis que ce dernier, en raison du grossissement du microscope et de la convexité anormale de son cristallin, qui agrandissait relativement les images, préféra faire usage d'une croisée de fils extrêmement fins. M. Arago, en visant le contour de Vénus, crut trouver une limite plus nette au milieu de la pénombre, tandis que M. Bouquet de la Grye pointa sur la limite extrême de l'impression blanche, c'est-à-dire étendit autant que possible la grandeur du diamètre apparent de l'astre.

» Cela ne peut avoir qu'une influence bien faible sur la détermination des centres des astres, mais il en est autrement en ce qui concerne la grandeur du diamètre, et la moyenne des résultats obtenus accuse, pour l'ensemble des plaques, dont la qualité a été déclarée parfaite, une différence de 44 tierces dans les mesures faites par les deux observateurs.

» La grandeur absolue de ce rayon variant d'ailleurs selon le temps de pose, la quantité de lumière solaire traversant un ciel nuageux, selon l'épaisseur de la couche sensible et sûrement aussi selon le renforçage, il a été fait après coup une appréciation de la teinte et de la qualité de chaque plaque, au point de vue de la netteté, de façon à les ranger pour l'étude des résultats en six classes, selon la coloration de l'épreuve, et en quatre selon la perfection de l'épreuve. Le diamètre de Vénus est fonction des unes et des autres.

Aplatissement de Vénus. — 28 plaques, considérées comme excellentes, ont été mesurées par M. Bouquet de la Grye. En faisant la somme de toutes les équations relatives aux ellipses partielles déterminées chacune

par les 32 équations de condition, on arrive à une équation moyenne rapportée à son centre qui conduit à un grand axe égal à $2^{mm},0102$ et à une différence des deux axes de 6 microns, qui représentent 6 tierces, car chaque seconde d'arc équivaut à peu près à 60 microns ($61^{\mu},58$).

» La valeur que l'on déduit, pour l'angle fait par le grand axe de Vénus avec l'équateur terrestre, est de $70° 28' = \varphi$.

» Si l'on prend, dans les mesures faites par M. Arago, celles relatives aux 14 très bonnes plaques et si l'on ajoute comme ci-dessus les équations rapportées au centre, on a pour valeur du grand axe $1^{mm},9563$, pour aplatissement 7 microns et pour φ, $67° 12'$. L'aplatissement moyen est de $\frac{1}{303}$.

» Ceci se rapporterait à une forme de la planète presque identique à celle de la Terre, en supposant l'axe de rotation dans un plan perpendiculaire au rayon vecteur du Soleil; en tout cas, on aurait une projection de cet aplatissement en même temps qu'une projection de l'angle fait par l'axe de Vénus avec une ligne parallèle à l'axe de la Terre. Ce dernier angle serait égal à $31° 10'$.

» Malheureusement pour cet accord de chiffres, on remarque, en étudiant les résultats partiels, que l'approximation est moindre qu'elle paraît au premier abord.

» De plus, en augmentant le nombre des mesures par l'introduction des plaques cotées seulement bonnes, ce qui double le premier nombre, l'angle φ diminue en même temps que l'aplatissement, et le premier chiffre diminue plus encore, si on prend l'ensemble des quatre-vingt-huit plaques de Puebla mesurées.

» Pour rechercher d'où pouvaient provenir ces différences, j'ai tracé sur une feuille une circonférence d'un rayon égal à celui de la moyenne des axes de l'ellipse résultant des très bonnes plaques et j'ai porté sur cette feuille les trente-deux pointés ayant fourni l'ellipse moyenne. Un fait est ressorti de ce rapprochement : c'est que Vénus, sur la majeure partie de son contour, est absolument circulaire; les points moyens coïncident, à 2 ou 3 microns près, avec la circonférence, mais il existe au sud de la planète une zone caractérisée (le 6 décembre 1882) par une grande élévation entre deux dépressions.

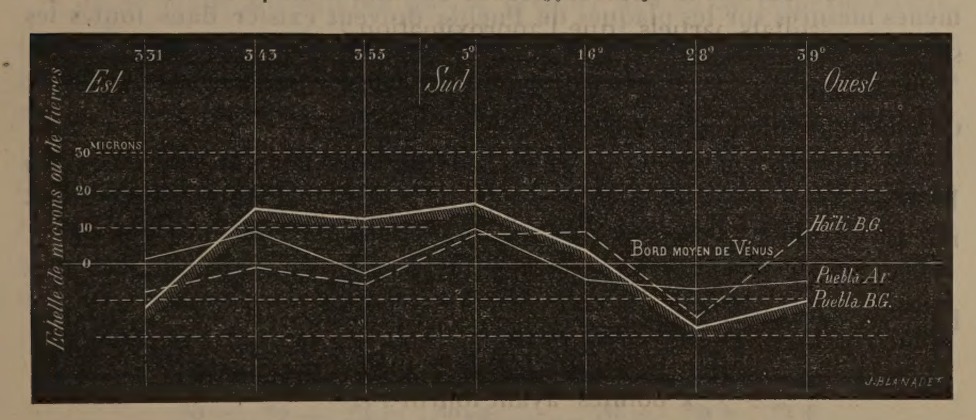
» En revenant sur les données prises antérieurement et en calculant alors les rayons successifs de la planète sur chacune des directions de chaque plaque, puis en les groupant par séries de cinq à sept rayons pour déduire les différences avec la moyenne de chaque zone isolée, puis en groupant les

résultats par séries d'épreuves, de façon à n'avoir qu'une moyenne toutes les heures, on arrive aux variations suivantes, exprimées en microns :

Mesures faites par M. Bouquet de la Grye.

	Azimut du pointé	Est. 332°	343°	354°	Sud 5°	16°	28°	39° O.
1re série, 7 plaques, H. moy.	4h,00, T. m. de Paris	−23μ	+11μ	+16μ	+13μ	+15μ	−14μ	−6μ
2e » 8 » »	4,45 »	−2	+21	+10	+15	+4	−15	−15
3e » 9 » »	5,53 »	0	+11	+10	+16	−10	−27	−15
4e » 8 » »	6,47 »	−12	+12	+4	+14	0	−12	−6
5e » 8 » »	7,40 »	−25	+16	+22	+24	+12	−21	−14
Moyenne		−12	+14	+12	+16	+4	−18	−13

» En admettant que ces pointés aient été faits sur des limites du contour de Vénus restant immobiles pendant près de quatre heures, c'est-à-dire se présentant toujours les mêmes, on aurait des erreurs probables des moyennes descendant à $1^{\mu},3$ pour la zone correspondant à 5° et $1^{\mu},8$ pour une autre zone située à 22° plus ouest et qui offre avec la première une différence de 34 microns, correspondant à 116km et à $\frac{1}{59}$ du rayon de Vénus.



» Le dessin ci-joint montre l'aspect de cette protubérance, qui a peu changé de forme durant le passage de Vénus sur le Soleil.

» Comme il ne pouvait y avoir là une de ces illusions d'optique fréquentes dans les phénomènes observés, que le fait résultait de mesures exécutées sur des plaques existant en grand nombre et conservées en parfait état, la grandeur relative du phénomène dépassant toutes les erreurs que l'on pouvait imaginer, un seul contrôle présentait quelque utilité : c'était de s'assurer que dans d'autres stations on trouvait la même irrégularité de forme.

» M. Bouquet de la Grye a pris pour cela 11 plaques obtenues par M. Chapuis, officier attaché à la mission de M. d'Abbadie, et il a appliqué au contour le même mode de mensuration que sur celles de Puebla. Voici les résultats afférents à ce petit nombre de mesures :

	330°	340°	355°	5°	16°	28°	39°
Moyenne des plaques.	— 7	— 1	— 5	+ 8	+ 9	— 14	+ 10

» Le tracé est figuré en traits ponctués à côté de celui fourni par la moyenne des plaques de Puebla. On voit qu'il suit les mêmes inflexions, mais en les atténuant quelque peu, ce qui tient à des défauts de centrage, au petit nombre d'épreuves employées et surtout à la qualité moindre de ces épreuves. On ne saurait en effet, *a priori*, comparer des images obtenues à une altitude de 2200^{m} à celles prises au niveau de la mer : les premières ont une netteté qui est en raison inverse du poids de la couche d'air traversée et probablement aussi de sa température, ce qui donne à celles de Puebla une grande supériorité. Aussi, en thèse générale, si les phénomènes mesurés sur les plaques de Puebla doivent exister dans toutes les stations, leur netteté ne peut qu'y être moindre.

» Nous avons dit d'ailleurs qu'à Puebla même l'aplatissement calculé diminuait avec la qualité des épreuves.

» Il diminue également si, au lieu de prendre la limite extérieure du bord de Vénus, on se tient, comme l'a fait M. Arago, en dedans des dernières granulations de la partie estompée.

» Voici la moyenne des chiffres obtenus par cet officier sur treize plaques cotées très bonnes :

Est 332°	343°	354°	Sud 5°	16°	28°	39° Ouest.
+ 1$^{\mu}$	+ 9$^{\mu}$	— 3$^{\mu}$	+ 10$^{\mu}$	— 4$^{\mu}$	— 7$^{\mu}$	— 6$^{\mu}$

» Le tracé auquel ces chiffres conduisent est figuré en traits légers dans la figure ci-dessus; on voit qu'il est intermédiaire entre ceux indiqués plus haut, résultat auquel on devait presque s'attendre.

» Quoi qu'il en soit, la constatation d'une pareille anomalie des longueurs du rayon dans la région sud de Vénus engageait à calculer et à comparer entre elles les valeurs de cet élément sur toutes les plaques et dans tous les azimuts : c'est ce qui a été fait, et le résultat a fourni quatre autres manifestations de protubérances d'un ordre de grandeur très infé-

rieur aux premières ; partout ailleurs les erreurs probables sont aussi élevées que les moyennes des cinq séries.

» Les zones de ces surélévations sont : S. 62° O., N. 62° O., N. 62° E. et S. 75° E.; celle du N. 62° E., dont la hauteur moyenne est de 12 microns, est suivie, au N. 84° E., d'une dépression moyenne de 7 microns, ce qui la rend très apparente.

» Maintenant, quelle est la nature de ces surélévations qui se présentent d'une façon presque régulière sur la silhouette de la planète? *A priori*, on ne peut assurer qu'elles sont constituées en entier par la croûte solidifiée de Vénus; une hauteur de plus de 100^{km} nous paraît inadmissible pour une région montagneuse. Il en serait autrement, s'il s'agissait à la fois d'accumulations de glaces et de ces zones nuageuses dont la disposition régulière se manifeste autour de notre globe, et l'épaisseur de l'atmosphère de Vénus, mesurée à Puebla, est précisément supérieure à ces élévations et s'accorderait avec cette hypothèse; dans ce cas, la zone sud pourrait bien représenter une région polaire et hivernale de la planète.

» Je ne donne aujourd'hui que le premier aperçu de cette recherche, j'y reviendrai après l'achèvement des mesures de toutes les meilleures plaques obtenues à Puebla, en essayant de distinguer les zones au moyen des variations des valeurs du rayon de Vénus.

» Bornons-nous actuellement à faire observer que l'étude mathématique d'épreuves photographiques, obtenues à $\frac{1}{10000}$ de seconde, ouvre une voie sinon nouvelle, du moins bien peu frayée, à des recherches intéressantes et permet de voir et de mesurer des grandeurs inaccessibles aux observations directes. »

BALISTIQUE. — *Sur l'artillerie à grande puissance.* Note de M. Dupuy de Lome.

« La Société des Forges et Chantiers de la Méditerranée vient de construire et de livrer au gouvernement espagnol un canon de marine de 16^{cm}, qui présente comme bouche à feu et comme affût des dispositions ayant donné des résultats tellement supérieurs à ceux connus jusqu'à ce jour, qu'il me paraît intéressant de les faire connaître à l'Académie des Sciences.

» *La bouche à feu proprement dite* a été exécutée sous la direction de M. Canet, chef du service de l'artillerie de la Société, conformément aux plans de M. le général Hontoria, de l'artillerie de la Marine royale espagnole, et sur des principes que la Société des Forges et Chantiers se propose d'ap-

pliquer à l'avenir à ses canons, quand elle sera libre d'adopter ce mode de construction.

» Jusqu'ici on s'est préoccupé principalement, dans l'établissement des nouvelles pièces d'artillerie, de leur résistance transversale, ou *résistance à l'éclatement*, sans faire participer le frettage à la résistance longitudinale, ou *résistance au déculassement*.

» La plupart des pièces construites jusqu'à présent sont constituées par un tube ayant toute la longueur de la pièce et renforcé, sur tout ou partie de cette longueur, par un ou plusieurs rangs de frettes superposées.

» Avec cette disposition, le tube central du canon doit résister seul à tout l'effort longitudinal provenant de la pression des gaz sur la culasse. Dans la pièce de 16^{mc} exécutée par la Société des Forges et Chantiers, c'est non seulement la résistance transversale qui est visée dans le frettage, mais aussi la résistance longitudinale, afin d'éviter le déculassement par lequel sont mises le plus souvent hors de service les bouches à feu construites dans ces temps derniers en vue du percement des murailles des navires cuirassés.

» Pour obtenir une résistance longitudinale plus grande, le premier rang des frettes est remplacé par un long manchon portant agrafes à chaque bout et placé à chaud, de façon à obtenir un serrage longitudinal.

» Ce manchon emboîte toute la partie postérieure du canon, depuis la culasse jusqu'à la frette à tourillons, à laquelle il transmet la traction qu'il supporte pendant le tir.

» Cette disposition présente, entre autres avantages, ceux de produire des bouches à feu également résistantes au déculassement et à l'éclatement, et de permettre l'emploi de tubes de canon relativement minces, d'épaisseur uniforme : ce qui rend le martelage et la trempe à l'huile plus efficaces.

» L'application de ces principes à la construction du canon de 16^{cm} précité a permis d'établir la plus puissante pièce de ce calibre qui ait été essayée jusqu'à ce jour.

» Elle a $5^{m},89$ de longueur totale, 35 calibres de longueur d'âme, et elle pèse 6200^{kg}.

» La charge maximum de $32^{kg},5$ qui a été employée a imprimé à un projectile de 60^{kg} une vitesse de 632^{m} par seconde à la sortie de la bouche à feu, avec une pression maximum de 2200^{atm}.

» Dans ces conditions, le projectile peut percer, à très courte distance, une plaque de fer doux de 35^{cm} d'épaisseur.

» Sous un angle de 35°, la portée est de $14^{km},5$.

» La valeur du système de construction d'une bouche à feu a pour mesure le rapport existant entre la force vive imprimée au projectile et le poids de la bouche à feu.

» Plus ce rapport est élevé, plus est grand le travail fourni par chaque kilogramme de métal constituant le canon.

» Le Tableau ci-après montre que ce canon de 16^{cm} est, de tous ceux de calibre analogue, non seulement celui qui produit les résultats absolus les plus considérables, mais encore celui qui utilise le mieux le poids du métal entrant dans sa construction.

Désignation habituelle des canons.	16 cm construit par les Forges et Chantiers.	16 cm de la Marine française.	6 pouces anglais Armstrong.	6 pouces anglais n° 2.	6 pouces anglais n° 3.	15 cm Krupp de 35 calibres.	17 cm Krupp de 35 calibres.
Calibre exact du canon (en millimètres).	161	164,7	152,4	152,4	152,4	149,1	172,6
Diamètre à la chambre à poudre (en millimètres)	200	173	190,5	203,2	203,2	175	200
Diamètre de l'obturateur de culasse (en millimètres)	174	195,4	»	203,2	203,2	198	226
Longueur du canon (en millimètres)	5,890	4,867	4,206	4,204	4,336	5,220	6,040
Longueur d'âme (en millimètres)	5,682	4,614	3,962	3,962	3,891	4,400	5,655
Poids du canon (en kilogrammes)	6200	5100	4060	4115	4520	4770	7520
Poids du projectile (en kilogrammes)	60	45	36,3	45,4	45,4	39	60
Poids de la charge de poudre (en kilog.)	32,5	22,5	15,4	15,4	19,4	17	26
Vitesse à la sortie de la bouche (en mètres par seconde)	632	605	573	513	573	605	605
Pression maxima constatée avec la poudre adoptée pour chaque pièce (en atmosph.)	2250	2800	2250	2000	2000	2600	2600
Effort maximum de poussée longitudinale des gaz mesuré au plus grand diamètre (en kilogrammes)	706,000	837,000	641,000	648,000	875,000	870,000	1002,000
Puissance vive à la sortie (en tonneaux-mètres)	1222	840	608	609	760	728	1119
Puissance vive par centimètre de circonférence du projectile (en tonn.-mètres).	24,3	16,4	12,7	12,7	15,9	15,5	20,6
Épaisseur de la plaque de fer doux traversée normalement à bout portant (en centimètres)	35,3	26,7	22,2	22,2	26,1	25,6	31,4
Rapport de la puissance vive du projectile au poids du canon	197	168	148	148	168	153	149
Comparaison de ces rapports, celui du canon construit par les Forges et Chantiers étant pris pour unité	1	0,80	0,76	0,75	0,85	0,77	0,75

» Pour le tir des nouvelles pièces d'artillerie d'un poids et d'une puissance si formidables, la recherche d'un affût capable de rendre facile la

manœuvre de ces bouches à feu et de résister à leur recul, en le limitant, présente encore plus de difficultés que la construction des canons eux-mêmes.

» Pour le canon de 16^{cm} dont je viens d'exposer la puissance, la même Société industrielle a combiné et exécuté un affût marin tournant, à pivot central, muni d'un frein hydraulique du système Vavasseur.

» L'encombrement de cet affût est aussi minime qu'on peut le désirer; car la partie la plus arrière ne dépasse pas la tranche de culasse du canon en batterie et le diamètre de la sellette circulaire fixée au pont du navire est de $1^{m},90$, diamètre remarquablement réduit pour un canon de $5^{m},89$ de longueur. Sur cet affût, le canon tire à volonté dans toutes les directions de l'horizon et à tous les angles compris entre 25° au-dessus et 10° au-dessous de l'horizontale.

» Le recul, quoique limité à 70^{cm}, s'exerce sans fatigue pour les organes de l'affût. La durée de ce recul, mesurée au moyen du vélocimètre Sebert, a été trouvée de 21 centièmes de seconde, et sa vitesse passe par un maximum de $3^{m},80$ par seconde, laquelle se produit environ au tiers du chemin parcouru.

» La rentrée en batterie se fait d'elle-même aussi rapidement ou aussi doucement qu'on le veut, en ouvrant plus ou moins la petite soupape permettant l'écoulement, d'un cylindre à l'autre, de la glycérine renfermée dans les freins à piston.

» L'effort exercé sur ces pistons a été rendu sensiblement uniforme pendant le recul, malgré sa vitesse croissante et décroissante, de sorte que cet effort ne dépasse pas $50\,000^{kg}$, tandis que la pression des gaz sur le fond de la bouche à feu, pression produisant le recul, monte momentanément jusqu'à $460\,000^{kg}$.

» Les poids de tout l'appareil de cet affût, pour la pièce de 16^{cm} précitée, sont les suivants :

	kg
Poids de l'affût mobile au recul	1610
Poids de son masque protecteur contre la mitraille	630
Poids du châssis tournant	2940
Poids de la sellette fixée sur le pont	1560
Poids total de l'ensemble de l'affût	6740

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Secrétaire perpétuel pour les Sections de Sciences physiques, en remplacement de M. *Dumas*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 53,

M. Jamin obtient	39	suffrages
M. Vulpian »	12	»
M. Blanchard »	1	»
M. Daubrée »	1	»

M. Jamin, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de l'année 1884.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Godard : MM. Gosselin, Vulpian, Richet, Charcot et Larrey réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Marey et P. Bert.

Prix Serres : MM. Vulpian, Richet, P. Bert, Gosselin et Ch. Robin réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Charcot et de Quatrefages.

Prix Lallemand : MM. Gosselin, Charcot, Vulpian, P. Bert et Richet réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Marey et Larrey.

Prix Montyon (*Physiologie expérimentale*) *:* MM. Vulpian, P. Bert, Gosselin, Charcot et Marey réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Milne-Edwards et Richet.

Prix Gay (*Montrer par des faits précis comment les caractères topographiques du relief du sol sont une conséquence de sa constitution géologique

ainsi que des actions qu'il a subies, etc.) : MM. Daubrée, Hébert, Gaudry, Fouqué et Perrier réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Des Cloizeaux et Haton de la Goupillière.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'existence du manganèse dans les animaux et les plantes et sur son rôle dans la vie animale.* Mémoire de M. E. Maumené, présenté par M. Friedel. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Chimie.)

« ... Le blé ne renferme pas moins de $\frac{1}{5000}$ à $\frac{1}{15000}$ de manganèse métallique. Nous avons trouvé le premier nombre dans un mélange de Sologne, de Brie, d'Annonay et d'Odessa, le second dans un blé de Chasselay (Rhône).

» Quelle est la nature du ou des composés manganiques dans le blé? On doit distinguer : son, gluten, amidon et partie soluble dans l'eau.

» La plus grande partie du manganèse existe dans ce mélange à l'état de sel d'un acide organique. La cendre, infusible au rouge, est verte sans addition. Le carbonate de potasse et une seconde calcination augmentent la nuance, etc. Le gluten pur conserve du manganèse; sa partie soluble dans l'alcool n'en contient pas. Le son ne contient pas de manganèse. L'amidon n'en renferme pas non plus.

» Ainsi la partie soluble du blé, la mieux disposée pour l'assimilation, est presque la seule qui renferme du manganèse.

» Le seigle en renferme aussi de fortes proportions, l'ergot comme le grain naturel.

» Le riz de diverses provenances, l'orge, le blé noir (sarrasin) contiennent beaucoup de manganèse.

» On en trouve : dans la pomme de terre, très peu; dans la betterave, beaucoup; dans la carotte, à peu près autant; dans les lentilles, les pois, les asperges (plus dans la partie verte que dans la blanche), dans l'oseille, beaucoup; dans la chicorée sauvage, plus encore; dans la laitue, un peu moins; dans le persil, beaucoup; dans les fruits, pomme de reinette (pelure, parenchyme, pépins), dans le raisin, où il faut distinguer la pulpe et les pépins; ceux-ci n'en contiennent que des traces infiniment petites. Les

feuilles de vigne nouvelle sont assez riches. Les noyaux d'abricot, péricarpe et amande en renferment.

» La proportion du manganèse devient très grande dans le cacao (Caraque, Para, Guayaquil, Martinique), encore plus dans les cafés (Moka, Mysore, Java, Porto-Rico, Santos et Haïti). L'infusion aqueuse, faite à la manière ordinaire, renferme à peine le tiers du total; plus des deux tiers restent dans le marc épuisé.

» Le thé est le végétal qui nous en a offert le plus. Dans les 50^{gr} à 60^{gr} de cendre laissés par 1^{kg}, il existe en moyenne 5^{gr} de manganèse métallique. L'infusion aqueuse renferme la plus grande partie; mais il en reste dans la feuille épuisée.

» Il existe des végétaux où l'on ne trouve point de manganèse. On peut les diviser en deux classes : les uns sans caractère chimique extraordinaire, tels que oranges, citrons, etc., les autres contenant des composés sulfhydriques ou sulfocyanhydriques, comme l'ail, l'oignon, etc.

» En dehors des végétaux alimentaires, nous devons citer le *tabac* comme un des plus riches en manganèse [Kentucky, Virginie, Brésil, Java, Nord et Gironde (1)], les trois américains surtout.

» Le thé, le tabac peuvent servir, dans un cours, à montrer le caméléon minéral. La cendre du thé, verte comme un bel oxyde de chrome, sans auxiliaire, donne une solution verte, devenant très rouge par l'eau ou l'acide azotique, etc.; 2^{gr} suffisent.

» Nous avons trouvé du manganèse dans la luzerne, le sainfoin, l'avoine, le cumin, les graines du néflier du Japon (cultivé à Monaco), les feuilles de rosier, de lilas, de vigne vierge, de caoutchouc, de yucca.

» Les plantes médicinales renferment du manganèse; il en existe beaucoup dans les quinquinas : jaune (*Calisaya*), rouge (*Succirubra*), gris (*Huanuco*), ce dernier surtout. La graine de moutarde blanche (avec carbonate de potasse), le lichen (*Roccella tinctoria*) en contiennent. La fraise en offre, non dans le réceptacle, mais dans la graine.

» Enfin les plantes marines elles-mêmes contiennent du manganèse. Le varech (*Fucus serratus*), puissant pour absorber l'iode, ne l'est pas moins pour le métal.

» Nous absorbons continuellement du manganèse; que devient-il? son assimilation ne peut être continue; combien de temps dure-t-elle? comment le métal est-il éliminé?

---

(1) M. Duréault, directeur de la Manufacture de Lyon, a mis la plus grande obligeance pour nous procurer les moyens de faire une étude complète.

» Le sang n'en renferme pas toujours, on le sait; nous avons examiné le sang d'une femme en couches; ni le caillot, ni le sérum de 160gr ne nous en ont donné trace. On en trouve très peu dans le lait, un peu dans l'urine; les os nous en ont offert des traces; les cheveux de même (sur 4gr, 5). La sueur doit en contenir; nous ne l'avons pas examinée, mais son analogie avec la partie soluble du suint des moutons, où nous avons trouvé, après M. Chevreul, des traces très appréciables de manganèse, doit le faire admettre.

» Mais c'est surtout la matière fécale qui entraîne la presque totalité du manganèse : la cendre, d'abord blanche, devient d'un vert intense par le carbonate de potasse, donne une solution verte, puis rouge, etc.

» On doit considérer le manganèse comme un accident parmi nos éléments constitutifs; nous le rejetons nettement du liquide vital, etc.

» La Médecine doit renoncer à l'emploi du manganèse comme succédané du fer; celui-ci pénètre dans le sang, non seulement sans résistance, mais avec faveur, et constitue l'une des bases du liquide vital. Le manganèse est un intrus dont le sang peut tolérer des traces, mais les rejette sans cesse, parce que le métal deviendrait nuisible s'il parvenait à s'y accumuler ou seulement à s'y maintenir.

» La Botanique fera servir la recherche du manganèse à des distinctions très nettes entre les plantes ou les parties d'une même plante, et, par conséquent, à des études fructueuses sur leur développement ou leur alimentation. M. Van Tieghem, dans son important Ouvrage, attribue au manganèse le douzième rang (le dernier) parmi les éléments de l'alimentation complète. On trouve dans ce qui précède les arguments d'une discussion profitable sur ces questions fondamentales.

» Dans une feuille, celle du chou, les nervures et le tissu foliacé qu'elles soutiennent offrent des différences incroyables. Le tissu laisse une cendre blanche infusible ne contenant pas trace de manganèse ; les nervures donnent une cendre très fusible, où le manganèse existe en quantité très appréciable.

» Le thé, le café, le tabac paraissent exiger l'abondance du manganèse dans le sol où on les cultive. L'insuccès de leur culture dans certains terrains peut être attribué, sans doute, à l'absence ou à l'insuffisance du métal.

» En terminant, je dois faire observer l'intérêt qui s'attache à une calcination au rouge vif des cendres de toutes les matières où l'on veut chercher le manganèse. Ordinairement, on calcine à la plus basse température possible, on sait pourquoi ; mais la cendre présente rarement ainsi la couleur du manganate qui révèle le manganèse. Par cette raison, le man-

ganèse a échappé dans le thé, le tabac, le blé, etc. Non seulement, il faut chauffer au rouge vif; mais il est bon d'ajouter *une goutte* de carbonate de potasse pur (par calcination du bicarbonate). »

M. **Otto Schier** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : « Résolution de l'équation indéterminée $x^n + y^n = z^n$ en nombres rationnels, et examen de l'équation $a^n + b^n + \ldots + m^n = M^n$ ».

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

M. **P. Dupont** adresse à l'Académie, par l'entremise de M. Larrey, un Mémoire portant pour titre : « Statistique médicale de Rochefort en 1883 (30e année). »

(Renvoi à la Commission des prix de Statistique.)

Un **Anonyme** adresse, de Valence, une Communication relative à la direction des aérostats.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. **Péron** adresse ses remercîments à l'Académie pour la récompense dont ses travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique.

M. le duc **de Broglie**, maire de la commune de Broglie et président de la Société d'Agriculture, Sciences, Arts et Belles-Lettres de Bernay, invite l'Académie à se faire représenter, le 14 septembre prochain, à l'inauguration d'un monument qui sera élevé, dans la commune de Broglie, à la mémoire d'*Augustin Fresnel*.

ASTRONOMIE. — *Sur l'aspect d'Uranus et l'inclinaison de son équateur.* Note de MM. **Paul** et **Prosper Henry**, présentée par M. Lœwy.

« Depuis les premiers jours de cette année, nous avons pu, chaque soir de très beau temps, constater, à l'aide de notre réfracteur de $0^m,38$ de l'Observatoire de Paris, l'existence sur Uranus de deux bandes grises, droites et parallèles, placées à peu près symétriquement de part et d'autre du centre de l'astre.

» Entre ces bandes se trouve une zone assez brillante, qui correspond vraisemblablement à la région équatoriale de la planète.

» Les deux pôles sont assez sombres; cependant le pôle supérieur (image renversée) a paru toujours plus lumineux que le pôle inférieur.

» Nous avons trouvé, à la suite d'un grand nombre de mesures, que la direction des bandes d'Uranus ne coïncidait pas avec la projection du grand axe de l'orbite apparente des satellites, mais formait avec lui un angle de 40°.

» Ainsi les angles de position observés sont : 56° pour les bandes et 16° pour la projection du grand axe aux mêmes époques.

» En admettant, comme il est permis de le faire, que l'équateur d'Uranus soit parallèle à ses bandes, et en tenant compte de la latitude de la Terre au-dessus du plan de l'orbite des satellites, qui, au moment des observations, était en moyenne de 9°, on trouve 41° environ pour l'angle compris entre les deux plans de l'équateur d'Uranus et de l'orbite des satellites. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions symétriques des différences des racines d'une équation.* Note de M. J. **Tannery**, présentée par M. Darboux.

« Dans deux Communications récentes (31 mars, 7 avril), M. Sylvester a mis en évidence ce fait bien intéressant que les fonctions symétriques entières des différences des racines de l'équation

$$(1)\qquad z^n + na_1 z^{n-1} + n(n-1)a_2 z^{n-2} + \ldots + n(n-1)\ldots 2.1 a_n = 0$$

étaient des fonctions entières des sommes $s_2, s_3, \ldots, s_n$ des carrés, des cubes, des $n^{\text{ièmes}}$ puissances des racines de l'équation

$$(2)\qquad \zeta^n + a_1\zeta^{n-1} + a_2\zeta^{n-2} + \ldots + a_n = 0.$$

L'élégante analyse de M. Sylvester, fondée sur la considération de l'équation aux dérivées partielles

$$(3)\qquad \frac{\partial\varphi}{\partial a_1} + a_1\frac{\partial\varphi}{\partial a_2} + \ldots + a_{n-1}\frac{\partial\varphi}{\partial a_n} = 0,$$

ne fait pas ressortir immédiatement les relations algébriques qui existent entre les fonctions symétriques considérées et les quantités $s_2, s_3, \ldots, s_n$. On parvient à ces relations par la voie très élémentaire que voici :

» Si l'on fait disparaître son second terme, en posant $Z = z + a_1$, l'équa-

tion (1) devient

$$(4)\qquad Z^n + n(n-1)C_2Z^{n-2} + n(n-1)(n-2)C_3Z^{n-3} + \ldots = 0,$$

et l'on a

$$(5)\qquad \begin{cases} a_2 = \dfrac{a_1^2}{1.2} + C_2, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ a_i = \dfrac{a_1^i}{1.2\ldots i} + C_2\dfrac{a_1^{i-2}}{1.2\ldots(i-2)} + C_3\dfrac{a_1^{i-3}}{1.2\ldots(i-3)} + \ldots + C_i, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{cases}$$

» Si l'on forme l'équation aux différences des racines, soit pour l'équation (1), soit pour l'équation (4), on a évidemment le même résultat; il résulte de là que les fonctions symétriques entières des différences des racines de l'équation (1) sont des fonctions entières des $n-1$ quantités C_2, C_3, ..., C_n, et tout revient à exprimer ces quantités au moyen de s_2, s_3, ..., s_n.

» A la place du système (5), je considère le système d'équations de même forme,

$$(5\,bis)\qquad a_i = \frac{a_1^i}{1.2\ldots i} + C_2\frac{a_1^{i-2}}{1.2\ldots(i-2)} + \ldots + C_i,$$

où i prend les valeurs 2, 3, ..., ∞, et je lui adjoins le système

$$(6)\qquad s_i + a_1s_{i-1} + a_2s_{i-2} + \ldots + a_{i-1}s_1 + ia_i = 0,$$

où $i = 1, 2, \ldots, \infty$; entre les équations (5 *bis*) et (6), on peut éliminer les quantités $s_1, a_1, a_2, \ldots$ par l'artifice suivant.

» En ajoutant toutes les équations (5 *bis*) respectivement multipliées par x^i, puis en ajoutant $1 + a_1x$ de part et d'autre, en ajoutant ensuite toutes les équations (6) respectivement multipliées par x^{i-1}, on trouve

$$(7)\qquad \begin{cases} f(x) = e^{a_1x}\varphi(x), \\ [s_1 + \psi(x)]f(x) + f'(x) = 0, \end{cases}$$

où

$$f(x) = 1 + a_1x + a_2x^2 + \ldots,$$
$$\varphi(x) = 1 + C_2x^2 + C_3x^3 + \ldots,$$
$$\psi(x) = s_2x + s_3x^2 + s_4x^3 + \ldots.$$

» Les équations (7) entraînent la suivante :

$$(8)\qquad \psi(x)\varphi(x) + \varphi'(x) = 0,$$

où ne figurent plus que les s et les C; en égalant à zéro les coefficients des diverses puissances de x, on aura les relations cherchées

$$s_2 + 2C_2 = 0, \quad s_3 + 3C_3 = 0, \quad s_4 + C_2 s_2 + 4C_4 = 0, \quad \ldots.$$

On obtient ces relations résolues, soit par rapport aux s, soit par rapport aux C, en résolvant l'équation (8), soit par rapport à $\psi(x)$, soit par rapport à $\varphi(x)$.

» Tout cela se relie à l'analyse de M. Sylvester, en remarquant que les équations (5), où l'on regarde les C comme des constantes, sont les intégrales des équations

$$\frac{da_2}{da_1} = a, \quad \frac{da_3}{da_1} = a_2, \quad \ldots, \quad \frac{da_n}{da_1} = a_{n-1},$$

qui correspondent à l'équation aux dérivées partielles (3). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Forme générale du reste dans l'expression d'une fonction au moyen d'autres fonctions.* Note de M. **Ch. Lagrange.**

« Je me suis proposé le problème suivant :

» Fx, $\varphi_1 x$, $\varphi_2 x$, ..., $\varphi_n x$ *étant des fonctions de* x, *trouver des coefficients constants* a_0, a_1, ..., a_n *et un reste* R, *fonction de* x, *qui rendent exacte la relation*

$$(1) \qquad Fx = a_0 + a_1\ \varphi_1 x + a_2\ \varphi_2 x + \ldots + a_n\ \varphi_n x + R$$

de $x = a$ *à* $x = a + H$, *après avoir, d'ailleurs, fixé les conditions que doivent remplir les fonctions proposées pour qu'une telle relation soit possible.*

» *Solution.* — I. Soient $\varphi_0 x$, $\varphi_{n+1} x$ deux nouvelles fonctions de x; posons

$$(2) \qquad y_1 = Fx,$$

$$(3) \qquad y_2 = a_0\ \varphi_0 x + a_1\ \varphi_1 x + \ldots + a_n\ \varphi_n x + a_{n+1}\ \varphi_{n+1} x,$$

a_0, a_1, ..., a_n, a_{n+1} étant des paramètres arbitraires, et déterminons ces $n+2$ paramètres par les $n+2$ conditions suivantes :

» 1° Que, pour $x = a$, on ait

$$y_1 = y_2, \quad y'_1 = y'_2, \quad y''_1 = y''_2, \quad \ldots, \quad y^n_1 = y^n_2;$$

» 2° Que, pour $x = a + h$ ($h \leqq H$), on ait de nouveau

$$y_1 = y_2,$$

$a_0, a_1, \ldots, a_{n+1}$ seront donnés par le système d'équations du premier degré

$$(A)\quad \begin{cases} Fa = a_0\,\varphi_0 a + a_1\,\varphi_1 a + \ldots + a_n\,\varphi_n a + a_{n+1}\,\varphi_{n+1} a, \\ F'a = a_0\,\varphi'_0 a + a_1\,\varphi'_1 a + \ldots + a_n\,\varphi'_n a + a_{n+1}\,\varphi'_{n+1} a, \\ F^n a = a_0\,\varphi^n_0 a + a_1\,\varphi^n_1 a + a_n\,\varphi^n_n a + a_{n+1}\,\varphi^n_{n+1} a, \\ \left.\begin{aligned} F(a+h) = a_0\,\varphi_0(a+h) + a_1\,\varphi_1(a+h) + \ldots \\ + a_n\,\varphi_n(a+h) + a_{n+1}\,\varphi_{n+1}(a+h) \end{aligned}\right\} (\alpha), \end{cases}$$

et seront, en dernière analyse, des fonctions de a et de h. Dans ces équations, les n premières dérivées des fonctions $Fx, \varphi_0 x, \ldots, \varphi_{n+1} x$ sont supposées finies et déterminées pour $x = a$, et ces fonctions elles-mêmes finies et déterminées pour $x = a$ et $x = a + h$; elles devront être telles que les valeurs de $a_0, a_1, \ldots, a_{n+1}$ données par (A) soient finies et déterminées. La résolution du système (A) sous la forme ordinaire donne, pour le coefficient général a_μ,

$$(4)\qquad a_\mu = \frac{\left| \varphi^0_0 a\ \varphi'_1 a\ \varphi'_2 a\ \ldots\ \varphi^{\mu-1}_{\mu-1} a\ F^\mu a\ \varphi^{\mu+1}_{\mu+1} a\ \varphi^n_n a\ \varphi^{0(a+\theta_0 h)}_{n+1} a \right|}{\left| \varphi^0_0 a\ \varphi'_1 a\ \varphi''_2 a\ \ldots\ \varphi^{\mu-1}_{\mu-1} a\ \varphi^\mu_\mu a\ \varphi^{\mu+1}_{\mu+1} a\ \varphi^n_n a\ \varphi^{0(a+\theta_0 h)}_{n+1} a \right|}$$

$$(\mu = 0, 1, 2, \ldots, n+1), \quad \theta_0 = 1,$$

les indices supérieurs, entre lesquels se font les permutations dans les déterminants, désignant des dérivées et $0(a + \theta_0 h)$, où $\theta_0 = 1$, indiquant qu'il faut prendre la dérivée d'ordre zéro ou la fonction elle-même et y faire $x = a + \theta_0 h = a + h$ (cette notation est introduite pour établir la symétrie avec les notations ultérieures).

» II. Transportons, maintenant, dans l'expression (3) de y_2 les valeurs finies et déterminées (4) et considérons la nouvelle fonction

$$(5)\qquad \psi x = y_1 - y_2.$$

Les équations (A) pourront s'écrire

$$(A')\quad \psi a = 0,\quad \psi' a = 0,\quad \psi'' a = 0,\quad \ldots,\quad \psi^n a = 0,\quad \psi(a+h) = 0.$$

Supposons, maintenant, que les fonctions $Fx, \varphi_0 x, \varphi_1 x, \ldots, \varphi_{m+1} x$ soient finies et continues, ainsi que leurs ν premières derivées, de $x = \mu$ à $x = a + h$ ($\nu \leq n + 1$). Il en sera de même de

$$(5)\qquad \psi x.$$

Dès lors, on aura, en vertu d'un lemme connu ([1]) et des conditions (A'),

---

([1]) Bertrand, *Calcul différentiel*, § 273.

la relation

$$(6) \qquad \psi^{\nu}(a + \theta_0\theta_1\theta_2\ldots\theta_\nu h) = 0 \quad (\nu = 0, 1, 2, \ldots, \nu),$$

$\theta_1, \theta_2, \ldots, \theta_\nu$ étant des nombres compris entre zéro et l'unité, relation qui peut aussi s'écrire

$$(7) \qquad \left\{ \begin{aligned} & F^{\nu}(a + \theta_0\theta_1\ldots\theta_\nu h) \\ & \quad = a_0\varphi_0^{\nu}(a + \theta_0\theta_1\ldots\theta_\nu h) \\ & \qquad + a_1\varphi_1^{\nu}(a + \theta_0\theta_1\ldots\theta_\nu h) + \ldots \\ & \qquad + a_{n+1}\varphi_{n+1}^{\nu}(a + \theta_0\theta_1\ldots\theta_\nu h) \end{aligned} \right\} \quad (\nu = 0, 1, 2, \ldots, \nu).$$

» III. Si, à la place de la dernière équation (α) du système (A), on substitue, maintenant, l'équation (7), on voit que

$$(4) \qquad a_\mu$$

peut se mettre sous une forme nouvelle, celle qui résulterait de la résolution du système formé des $n+1$ premières équations (A) et de l'équation (7). Il suffit évidemment, pour l'obtenir, de changer, dans (4),

$$o(a + \theta_0 h) \quad \text{en} \quad \nu(a + \theta_0\theta_1\ldots\theta_\nu h),$$

ce qui donne

$$(8) \quad a_\mu = \frac{|\varphi_0^0 a \ \varphi_1' a \ \varphi_2'' a \ \ldots \ \varphi_{\mu-1}^{\mu-1} a \ F^\mu a \ \varphi_{\mu+1}^{\mu+1} a \ \ldots \ \varphi_n^n a \ \varphi_{n+1}^{\nu(a+\theta_0\theta_1\ldots\theta_\nu h)}|}{|\varphi_0^0 a \ \varphi_1' a \ \varphi_2'' a \ \ldots \ \varphi_{\mu-1}^{\mu-1} a \ \varphi_\mu^\mu a \ \varphi_{\mu+1}^{\mu+1} a \ \ldots \ \varphi_n^n a \ \varphi_{n+1}^{\nu(a+\theta_0\theta_1\ldots\theta_\nu h)}|} \quad \begin{gathered}(\mu = 0, 1, 2, \ldots, n, n+1), \\ [\nu = 0, 1, 2, \ldots, \nu, (\nu \leqq n+1)],\end{gathered}$$

$\nu(a + \theta_0\theta_1\ldots\theta_\nu h)$ indiquant qu'il faut prendre la dérivée $\nu^{\text{ième}}$ et y faire $x = a + \theta_0\theta_1\ldots\theta_\nu h$ au lieu de $x = a$.

» IV. Soit maintenant $\varphi_{n+1}x$ une fonction telle que, pour $x = a$, on ait

$$(9) \qquad \varphi_{n+1}a = 0, \quad \varphi'_{n+1}a = 0, \quad \varphi''_{n+1}a = 0, \quad \ldots, \quad \varphi^n_{n+1}a = 0$$

[il y a une infinité de telles fonctions; la plus simple serait $(x-a)^{n+1}$]. Le déterminant dénominateur de (8) se réduira alors, évidemment, à

$$|\varphi_0^0 a \ \varphi_1' a \ \varphi_2'' a \ \ldots \ \varphi_n^n a| \ \varphi_{n+1}^{\nu(a+\theta_0\theta_1\ldots\theta_\nu h)},$$

et le déterminant numérateur, pour $\mu = 0, 1, 2, \ldots, n$, à

$$|\varphi_0^0 a \ \varphi_1' a \ \varphi_2'' a \ \ldots \ \varphi_{\mu-1}^{\mu-1} a \ F_\mu^\mu a \ \varphi_{m+1}^{m+1}| \ \varphi_{n+1}^{\nu(a+\theta_0\theta_1\ldots\theta_\nu h)}.$$

On aura donc de $\mu = 0$ à $\mu = n$,

$$(10) \qquad a_\mu = \frac{|\varphi_0^0 a \ \varphi_1' a \ \varphi_2'' a \ \ldots \ \varphi_{\mu-1}^{\mu-1} a \ F^\mu a \ \varphi_{\mu+1}^{\mu+1} a \ \ldots \ \varphi_n^n a|}{|\varphi_0^0 a \ \varphi_1' a \ \varphi_2'' a \ \ldots \ \varphi_{\mu-1}^{\mu-1} a \ \varphi_\mu^\mu a \ \varphi_{\mu+1}^{\mu+1} a \ \ldots \ \varphi_n^n a|} (\mu = 0, 1, 2, \ldots, n),$$

et pour $\mu = n + 1$,

$$(11)\qquad a_{n+1} = \frac{|\varphi_0^0 a \ \varphi_1' a \ \varphi_2'' a \ \ldots \ \varphi_n^n a \ \mathrm{F}^{\nu(a+\theta_0\theta_1\ldots\theta_\nu h)}|}{|\varphi_0^0 a \ \varphi_1' a \ \varphi_2'' a \ \ldots \ \varphi_n^n a \ | \ \varphi_{n+1}^{\nu(a+\theta_0\theta_1\ldots\theta_\nu h)}} (\nu = 0, 1, 2, \ldots, \nu).$$

En transportant (10) et (11) dans la dernière (α) des équations (A), les coefficients du développement de $\mathrm{F}(a+h)$, donné par cette équation, seront donc tous, à l'exception du dernier a_{n+1}, indépendants de h (et de $\varphi_{n+1}x$).

» V. Si, maintenant, on pose $x = a + h$ et que l'on compare (1) à (α), on voit, en récapitulant les conditions de la question, que : 1° si $\mathrm{F}x$, $\varphi_1 x$, $\varphi_2 x, \ldots, \varphi_n x$ et la fonction arbitraire $\varphi_{n+1} x$ sont, ainsi que leurs ν premières dérivées ($\nu \leqq n+1$), finies et continues de $x = a$ à $x = a + \mathrm{H}$, les n premières dérivées de $\mathrm{F}x$, $\varphi_1 x$, $\varphi_2 x, \ldots, \varphi_n x$ étant, d'ailleurs, finies et déterminées pour $x = a$, et $\varphi_{n+1} x$ étant nulle, ainsi que ses n premières dérivées pour $x = a$; 2° si, de plus, les expressions (10) et (11) où l'on fera $\varphi_0 x = 1$ sont finies et déterminées, la relation (1) aura lieu de $x = a$ à $x = a + \mathrm{H}$, les $n + 1$ coefficients constants $a_0, a_1, \ldots, a_n$ étant donnés par (10) où $\varphi_0 x = 1$ et le reste R ayant pour expression

$$(12)\quad \mathrm{R} = \frac{|\varphi_0^0 a \ \varphi_1' a \ \ldots \ \varphi_n^n a \ \mathrm{F}^{\nu(a+\theta_0\theta_1\ldots\theta_\nu h)}|}{|\varphi_0^0 a \ \varphi_1' a \ \ldots \ \varphi_n^n a \ | \ \varphi_{n+1}^{\nu(a+\theta_0\theta_1\ldots\theta_\nu h)}} \varphi_{n+1} x \, (\nu = 0, 1, 2, \ldots, \nu) \quad (\varphi_0 x = 1).$$

Il y a alors $\nu + 1$ formes du reste.

» L'application de ces formules à la série de Taylor donne précisément les résultats connus. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une nouvelle machine dynamo-électrique.* Note de MM. A. Damoiseau et G. Petitpont, présentée par M. A. Cornu.

« L'importance que présente, au point de vue du rendement, la réduction au minimum de la quantité de travail converti en chaleur dans les fils des machines dynamo-électriques, est trop évidente pour qu'il soit nécessaire d'y insister.

» Comme la production d'un champ magnétique donné avec un électro-aimant de dimensions données nécessite toujours la même dépense, on ne peut songer à opérer cette réduction sur les inducteurs. L'induit seul peut se prêter à des modifications qui permettent d'obtenir une force électromotrice plus élevée dans une égale longueur de fil parcouru par le courant.

» La disposition que nous avons imaginée dans ce but est la suivante : elle s'applique aux machines du genre Pacinotti, Gramme, Hefner-Alteneck, Siemens. Les épanouissements des pôles inducteurs sont supprimés et ces pôles sont rapprochés l'un de l'autre de façon à n'influencer qu'une portion de l'anneau, le quart ou le huitième par exemple. Le courant est alors recueilli en trois points du collecteur, l'un sensiblement au milieu de la partie correspondant à la portion de l'anneau influencée, les deux autres de part et d'autre de chaque pôle.

» Dans ces conditions, si l'on excite les inducteurs par une source extérieure, l'anneau tournant dans le sens des balais α, β, γ, on remarque qu'à circuit ouvert la différence de potentiel entre α, β, γ reste la même. Mais si l'on ferme les deux circuits sur des résistances égales et graduellement décroissantes, $\alpha\beta$ devient prépondérant, et cela dans une proportion très notable, près de moitié. Si l'on rend la résistance sur $\alpha\beta$ plus faible, la différence s'accentue encore. Si l'on diminue, au contraire, la résistance sur $\gamma\beta$, on s'aperçoit, en tenant compte de la perte due à la résistance intérieure, que le rapport des forces électromotrices ne varie pas sensiblement. L'intensité du courant qui circule entre α et β diminue la force électromotrice en $\gamma\beta$, sans que la réciproque se produise sensiblement. Les différences de potentiel développées aux deux balais extrêmes, quoique atteignant parfois des valeurs considérables (plus de 100 volts dans une machine actuellement construite), ne donnent lieu, dans la partie inactive de l'anneau, qu'à un courant d'une intensité pratiquement négligeable.

» On peut donc utiliser, par exemple, le courant $\gamma\beta$ pour exciter les inducteurs, et l'on obtient une machine qui se comporte à peu de chose près comme si elle était excitée en dérivation et qui donne, toutes choses égales d'ailleurs, à vitesse linéaire égale et à égale longueur de fil parcouru par le courant, une force électromotrice plus élevée de plus d'un tiers de ce qu'on obtient avec les meilleures machines actuelles.

» Nous avons construit un modèle dont l'anneau en forme de disque porte $3^{kg},200$ de fil de $1^{mm},2$ et les électro-aimants 18^{kg} de fil de $1^{mm},6$. Les surfaces polaires ont seulement 56^{cq} pour chaque pôle et attaquent l'anneau sur ses deux faces. La longueur du fil compris entre deux balais n'est que de 45^{m}. Avec les électro-aimants réunis deux par deux en surface, on obtient à 690 tours $11^{amp},7$ et $64^{volts},5$ aux bornes. A 1854 tours on obtient 207 volts à circuit ouvert et à 1900 tours 180 volts aux bornes et $23^{amp},5$ sur une résistance de $7^{ohms},5$ environ. Le rendement électrique est de 0,763 dans ces conditions, où la machine produit plus de 200 watts

par kilogramme de fil enroulé, ce qui représente à peu près un travail double de ce que produisent les machines actuelles avec un rendement plutôt inférieur (0,71, 0,677, 0,684, rendements des machines IV, V, VI des expériences du Comité de l'Exposition de 1881). »

CHIMIE. — *Sur la perméabilité de l'argent pour le gaz oxygène.* Note de M. L. TROOST, présentée par M. Debray.

« Le platine et le fer se laissent traverser au rouge vif par le gaz hydrogène, ainsi que nous l'avons établi depuis longtemps, H. Sainte-Claire Deville et moi ([1]). Cette propriété paraît liée à celle que possède l'hydrogène de se dissoudre dans ces métaux ou de former avec eux des composés très peu stables et, par suite, facilement dissociables ([2]).

» L'argent fondu qui a dissous du gaz oxygène ne laisse pas dégager tout ce gaz au moment de sa solidification; Dumas a démontré qu'une partie de cet oxygène est retenue par l'argent revenu à la température ordinaire. Il a constaté que, pour l'en extraire par le vide ([3]), il faut chauffer le métal à une température de 500° à 600°.

» J'ai pensé que l'argent solide ayant, d'après ces expériences, la propriété de retenir l'oxygène à l'état de dissolution ou de combinaison, devrait, à une température convenablement élevée, être perméable pour le gaz oxygène, comme le platine et le fer le sont pour le gaz hydrogène.

» Afin d'établir cette perméabilité de l'argent, j'ai fait emboutir un tube en argent pur, ayant $0^{m},01$ de diamètre intérieur, et dont la paroi avait 1^{mm} d'épaisseur. Ce tube était chauffé sur une longueur d'environ $0^{m},10$ dans un moufle en fer, garni intérieurement d'un cylindre de platine et plongeant dans la vapeur du cadmium en ébullition.

» En faisant passer dans le moufle un courant lent d'oxygène, la surface extérieure du tube d'argent se trouvait dans une atmosphère d'oxygène, pendant que le vide était maintenu à l'intérieur à l'aide d'une pompe de Sprengel.

» Dès que le cadmium est entré en ébullition, on a constaté que l'oxy-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. LVI, p. 977, et t. LVII, p. 966.

([2]) M. Berthelot a démontré que l'hydrogène se combine avec le platine en dégageant de la chaleur et forme des composés très peu stables, tels que $Pt^{60}H^3$ et $Pt^{60}H^2$ (*Annales de Ch. et de Ph.*, 5e série, t. XXX, p. 530).

([3]) *Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 65.

gène traversait lentement la paroi d'argent, et l'on a recueilli $6^{cc},1$, ce qui correspond à $1^{lit},700$ pour une surface chauffée de 1^{mq}.

» Dans d'autres expériences, on a remplacé le courant d'oxygène par un courant d'air; on a constaté qu'il y avait encore passage de l'oxygène à travers la paroi d'argent; le gaz recueilli était de l'oxygène ne contenant qu'une trace d'azote, mais la vitesse de transfusion était naturellement diminuée; on a recueilli par heure $3^{cc},2$, ce qui correspond à $0^{lit},890$ pour une surface chauffée de 1^{mq}.

» Ce premier tube d'argent a été ensuite remplacé par un autre tube de même métal ayant même diamètre intérieur, mais dont la paroi avait une épaisseur moitié moindre (1).

» Dans les expériences faites avec ce nouveau tube, la vitesse de transfusion du gaz fut, comme on devait s'y attendre, notablement augmentée. Cette vitesse se trouva portée à 12^{cc} par heure (ce qui correspond à $3^{lit},330$ pour une surface chauffée de 1^{mq}) quand l'atmosphère extérieure était formée d'oxygène pur; elle était de $5^{cc},9$ (soit $1^{lit},640$ pour une surface chauffée de 1^{mq}) quand l'atmosphère extérieure était formée par de l'air.

» Pour obtenir le passage de l'oxygène à travers la paroi du tube d'argent, il n'est pas indispensable d'y faire le vide; on peut faire circuler à l'intérieur du tube un courant très lent d'un autre gaz, comme l'acide carbonique, facile à séparer par la potasse.

» Dans ces conditions, il a passé 3^{cc} par heure (soit $0^{lit},835$ pour une surface de 1^{mq}) quand l'atmosphère extérieure était formée d'oxygène pur, et $2^{cc},3$ (soit $0^{lit},640$ pour une surface de 1^{mq}) quand cette atmosphère était constituée par de l'air (2).

» On obtiendrait dans toutes ces déterminations des vitesses de transfusion plus considérables si l'on diminuait encore l'épaisseur de la paroi d'argent.

» Des expériences directes, dans lesquelles on remplaçait l'atmosphère extérieure d'oxygène ou d'air par une atmosphère d'un autre gaz, en fai-

---

(1) Pour éviter toute déformation du tube sous la pression atmosphérique, lorsqu'à la température du rouge on y ferait le vide, on avait eu la précaution d'y introduire une forte spirale de platine et l'on ne faisait le vide qu'à 5^{cm} dans le tube préalablement rempli d'acide carbonique.

(2) On peut également constater le passage de l'oxygène à travers la paroi du tube d'argent à des températures notablement moins élevées : à la température d'ébullition du sélénium, le passage de l'oxygène à travers la paroi d'argent est déjà sensible, quoiqu'il s'effectue avec une extrême lenteur.

sant le vide à l'intérieur, m'ont démontré que, dans le moufle chauffé par la vapeur de cadmium, l'acide carbonique traversait la paroi d'argent de $0^{mm},5$ d'épaisseur avec une vitesse qui n'était que de $0^{cc},4$ par heure.

» L'oxyde de carbone n'avait qu'une vitesse de $0^{cc},1$ par heure.

» L'azote n'avait qu'une vitesse de moins de $0^{cc},1$ par heure.

» La perméabilité de l'argent pour l'oxygène montre qu'il est nécessaire de prendre des précautions spéciales dans l'emploi des pyromètres à air à réservoir d'argent.

» L'extrême lenteur du passage de l'azote à travers la paroi d'argent, comparée à celle avec laquelle passe le gaz oxygène, indique qu'en augmentant convenablement la surface d'un réservoir à paroi d'argent peu épaisse, on pourrait peut-être un jour utiliser cette propriété pour obtenir l'oxygène. On augmenterait, par exemple, considérablement la surface du réservoir, tout en lui conservant un petit volume, en remplaçant la forme tubulaire par celle d'un sac rectangulaire aplati et enroulé en hélice. Un semblable appareil, porté à des températures qui peuvent rester inférieures à 800°, et mis en contact, extérieurement avec l'air et intérieurement avec le vide ou avec un courant très lent d'acide carbonique, donnerait un procédé direct pour extraire l'oxygène de l'air atmosphérique. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du sulfure de cuivre sur le sulfure de potassium.* Note de M. A. DITTE, présentée par M. Debray.

« Quand on introduit du protosulfure de cuivre CuS, précipité et encore humide, dans une solution concentrée et froide de monosulfure de potassium, la liqueur se colore en jaune orangé, et, au bout de quelques heures, le précipité est changé en cristaux. Ce sont, suivant les circonstances, des lames à quatre ou à huit pans, transparentes quand elles sont très minces en laissant passer une lumière rouge foncé, ou bien de longues aiguilles minces et fines, très brillantes, à reflets verdâtres chatoyants. Quand on opère à la température de l'ébullition, le sulfure métallique se change presque instantanément en une masse volumineuse et feutrée qui remplit toute la liqueur; elle est constituée par des aiguilles très fines, de couleur bronzée et d'aspect métallique. Tous ces cristaux ont la même composition exprimée par la formule $4Cu^2S, KS$.

» Si la liqueur alcaline ne dépasse pas un certain degré de concentration, le sulfure amorphe CuS ne s'y transforme pas en cristaux, même après un contact de plusieurs mois. On voit qu'il se passe ici quelque chose d'ana-

logue à ce que nous avons constaté avec le sulfure de mercure, mais il y a tout d'abord dédoublement du sulfure CuS, en soufre et en sulfure Cu^2S qui s'unit au sulfure alcalin. On a

$$6CuS \text{ sol.} + KS \text{ dissous} = 3Cu^2S \text{ sol.} + KS^4 \text{ dissous} + 2^{Cal},3.$$

Le nombre 2,3 n'est qu'approché, car il peut se former un sulfure moins riche en soufre que le composé KS^4, et, d'autre part, on n'emploie pas des solutions étendues, et l'on ne tient pas compte de la chaleur de combinaison du sulfure Cu^2S avec le sulfure alcalin; mais on voit que, la réaction étant faiblement exothermique, la concentration de la liqueur peut jouer un rôle considérable et changer le signe de la variation de chaleur; on se rend ainsi compte de ce fait qu'au-dessous d'un certain degré de concentration le sulfure CuS ne se décompose pas, et la combinaison cristallisée ne se produit plus.

» Il est facile de constater par l'expérience ce dédoublement du sulfure CuS. Si l'on prend une solution de monosulfure de potassium pur, elle est incolore et ne donne avec les acides étendus qu'un imperceptible dépôt de soufre qui la rend à peine opaline; cette même liqueur, après avoir été mise en contact avec du sulfure de cuivre et après la transformation de ce dernier, est devenue rouge orangé, comme les polysulfures alcalins; étendue d'eau et traitée par ces acides, elle donne alors un dépôt laiteux de soufre qui se rassemble en grumeaux lorsqu'on la fait bouillir. Or, d'une part, le sulfure double $4Cu^2S, KS$ est très peu soluble; une liqueur renfermant 100^{gr} d'eau et 500^{gr} de monosulfure de potassium retient à peine 5^{gr} de sulfure Cu^2S dissous à la température ordinaire; d'autre part, il n'est pas possible d'admettre que le sulfure précipité CuS est, comme l'avait pensé M. Thomson, un mélange de soufre et de sous-sulfure Cu^2S; si en effet nous prenons une liqueur incapable de déterminer la formation des cristaux, et qu'après l'avoir séparée en deux parties égales nous mettions l'une d'elles en contact avec un certain poids de soufre, et l'autre en digestion avec une quantité de sulfure précipité CuS, capable d'abandonner le même poids de soufre en devenant Cu^2S, on trouve qu'au bout de quelques jours tout le soufre s'est dissous dans la première liqueur, qui a pris la teinte des polysulfures; la seconde partie, au contraire, après une coloration jaune clair, ne précipite pas de soufre quand on la traite par un acide étendu, et l'analyse montre qu'elle est formée de monosulfure alcalin tenant en dissolution une très faible quantité de cuivre; ce sulfure CuS ne peut donc être considéré comme un mélange de sulfure Cu^2S avec du soufre, qui se serait dissous dans ces circonstances.

» Ainsi une solution concentrée de monosulfure alcalin décompose le sulfure CuS en Cu^2S et soufre, la chaleur de formation du polysulfure alcalin dépassant dans ces circonstances celle du protosulfure de cuivre, et le sulfure Cu^2S formé s'unit à du sulfure de potassium pour donner un sulfure double cristallisé. Dans une liqueur étendue, au contraire, la chaleur de formation du sulfure CuS l'emporte sur celle du polysulfure alcalin et, conformément au principe du travail maximum, la décomposition du sulfure CuS n'a pas lieu; celui-ci peut rester indéfiniment dans la liqueur, sans donner lieu à la formation de cristaux, puisqu'il ne se produit pas de sous-sulfure Cu^2S.

» Le sulfure double $4Cu^2S, KS$ peut aussi être obtenu directement en partant du métal. Si l'on plonge une lame de cuivre dans une solution concentrée et froide de monosulfure de potassium, elle se ternit au bout de quelques heures, puis on la voit se recouvrir de belles aiguilles brillantes qui augmentent peu à peu. Mais, si l'on opère dans un vase fermé, les cristaux cessent de s'accroître au bout de quelques jours, et les choses restent indéfiniment en cet état, quelle que soit la durée de l'expérience. La réaction qui a eu lieu tout d'abord, puis qui s'est arrêtée, est due à l'oxygène dissous dans la liqueur ou renfermé dans l'atmosphère du flacon; il s'est formé d'abord du sulfure CuS et de la potasse (celle-ci en trop faible proportion pour réagir sur le sulfure produit) :

$$KS \text{ dissous} + O + Cu = KO \text{ dissoute} + CuS \text{ solide} + 31^{Cal},2.$$

» A mesure qu'il se produit, le sulfure CuS se dédouble en Cu^2S, qui cristallise en formant le composé $4Cu^2S, KS$, et en soufre, qui devient polysulfure, puis la réaction s'arrête quand tout l'oxygène a disparu. A ce moment, cependant, le polysulfure alcalin formé agit encore sur le cuivre et donne une nouvelle quantité de sulfure double $4Cu^2S, KS$; en effet, la liqueur, une fois la réaction terminée, est parfaitement incolore, et il suffirait d'une très faible proportion de polysulfure pour lui donner une teinte jaune orangé caractéristique; d'ailleurs la réaction

$$KS^4 \text{ dissous} + 6Cu = 3Cu^2S + KS \text{ dissous} + 27^{Cal},7$$

est fortement exothermique.

» On vérifie aisément, du reste, que l'attaque du cuivre est bien due à l'oxygène en opérant avec une liqueur privée d'air et dans une atmosphère dépourvue de ce gaz. Dans ces conditions, le cuivre peut être mis en contact pendant plusieurs mois avec une solution même saturée de monosul-

fure alcalin, sans être altéré et sans perdre son éclat. Quand la liqueur alcaline renferme de l'air, mais qu'elle est trop étendue pour dédoubler le sulfure de cuivre CuS, l'attaque du métal a lieu encore, tant qu'il y a de l'oxygène libre dans l'atmosphère du flacon, mais le composé double $4Cu^2S, KS$ ne se forme plus, et il se dépose simplement à la surface de la lame métallique un enduit noir, constitué par des petites écailles cristallines de protosulfure de cuivre CuS. »

CHIMIE. — *Sur la solubilité de quelques sels halogènes.* Note de M. A. Etard, présentée par M. Cahours.

« Pour le bromure de sodium, les points que j'ai obtenus en prolongeant le graphique pris par Kremers entre 0° et 120° se trouvent d'accord avec les résultats de cet auteur. La solubilité de — 20° à + 40° est donnée par la formule $S = 40 + 0{,}1746.t$. Dans une certaine étendue de l'espace compris entre 40° et 50°, la droite change de direction, et entre 50° et 150°, on a pour la solubilité $S = 52{,}3 + 0{,}0125.t$.

» Si dans une solution saturée on exprime en molécules le rapport existant entre le sel anhydre et l'eau, on obtient, pour la grande majorité des sels nettement solubles, des nombres fort comparables à ceux que donnent les sels hydratés solides, comme s'il s'agissait là d'hydrates fondus. Pour le bromure de sodium ci-dessus, à — 20°, le sel anhydre est à l'eau comme $NaBr : 8H^2O$; à + 40°, on a $NaBr : 5{,}5H^2O$. Ainsi, à l'accroissement de solubilité $S = 40 + 0{,}1746.t$ correspond une diminution d'eau de saturation passant de $8H^2O$ à $5{,}5H^2O$. De même, de 50° à 150°, quand la solubilité est $S = 52{,}3 + 0{,}0125.t$, l'eau de saturation passe de $4{,}5H^2O$ à $4{,}3H^2O$, la solution conservant dans ce grand intervalle de 100° une composition presque constante et correspondant à peu près à $2NaBr, 9H^2O$, formule arbitraire sur laquelle il n'y a pas à insister.

» La droite de solubilité de NaBr change de direction vers 50°, point où dans l'air l'hydrate connu $NaBr, 2H^2O$ perd son eau de cristallisation.

» *Iodure de sodium.* — Lignes de Kremers prolongées. De 0° à 80°, $S = 61{,}3 + 0{,}1712.t$, correspondant aux rapports moléculaires extrêmes $NaI : 5H^2O$; $NaI : 3H^2O$. De 80° à 160°, $S = 75 + 0{,}0258.t$ et $NaI : 3H^2O$; $NaI : 2H^2O$. Au-dessous de zéro la solubilité, d'après deux expériences, m'a paru diminuer très rapidement. Les sels $NaBr, 2H^2O$; $NaI, 2H^2O$, en tant qu'hydrates, donneraient, selon M. de Coppet, une ligne courbe. L'expérience m'a montré que le changement de direction des droites de solubilité, dans

le voisinage du petit espace où se fait la transformation des hydrates, ne peut être pris pour une courbure à concavité tournée vers l'axe des x que lorsque les tracés ne sont pas assez prolongés.

» Jusqu'à présent on n'a signalé aucun hydrate de KCl, KBr, KI; cela ne démontre pas la non-existence de ces hydrates dans l'air et encore moins au sein de l'eau. Ce qui est certain, c'est que, pour deux des sels précités, les droites de solubilité présentent des perturbations en tout point comparables à celles fournies par les hydrates.

» *Chlorure de potassium.* — La solution saturée se congèle vers $-9°$. De ce point à $110°$, $S = 20,5 + 0,1445.t$ avec $KCl : 15H^2O$; $KCl : 6H^2O$. Je n'ai pas vérifié la formule au delà de $110°$.

» *Bromure de potassium.* — La courbe de Kremers est formée de deux droites. De $0°$ à $40°$, $S = 34,5 + 0,2420.t$, et de $30°$ à $120°$, $S = 41,5 + 0,1378.t$. Selon M. de Coppet (*Annales de Chimie et de Physique*, 1884), le sel étant anhydre, sa solubilité est une droite. En raison de ce désaccord des auteurs, j'ai repris la solubilité de KBr dans des limites plus étendues. De $-12°$ à $+165°$, la nouvelle courbe se confond avec celle de Kremers. De plus, les nombres très exacts publiés par M. de Coppet permettent de construire cette même courbe avec beaucoup plus d'exactitude que la droite moyenne unique de l'auteur.

» Rapports moléculaires : à $-12°$, $KBr : 13H^2O$; à $30°$, $KBr : 11H^2O$; à $120°$, $KBr : 5H^2O$.

» *Iodure de potassium.* — Selon M. de Coppet et mes expériences, cette solubilité est représentée par une droite de $0°$ à $100°$. J'ai pris cette solubilité jusqu'à $165°$, et l'on a $S = 55,8 + 0,122.t$. A $0°$, $KI : 7H^2O$; à $120°$, $KI : 3,7H^2O$. D'après le graphique de M. de Coppet, la droite subsiste au-dessous de zéro; d'après mes déterminations et aussi d'après les chiffres de cet auteur, au contraire, la droite s'infléchit comme dans le cas de KBr. J'ai établi ce fait par trois séries d'expériences.

» Les courbes des six sels halogènes décrits jusqu'à présent sont presque parallèles.

» *Chlorure de calcium.* — On ne trouve pas dans les auteurs de documents relatifs à cette solubilité ni à celle des autres sels halogènes alcalino-terreux, excepté $BaCl^2$ et $SrCl^2$. La solubilité de l'hydrate cristallisé $CaCl^2, 6H^2O$, de $-18°$ à $+6°$, est telle, que la teneur de la solution en sel anhydre est donnée par la formule $S = 32 + 0,2148.t$. $CaCl^2 : 13H^2O$; $CaCl^2 : 10H^2O$. De $6°$ à $48°$, il se produit une modification de la courbe

en forme de S et de 50° à 170°, dans un intervalle de 120°, la solubilité est $S = 54,5 + 0,0755 . t$.

» Dans le cas du chlorure de calcium cristallisé, on peut comparer à divers intervalles de température l'altération de la droite, et la décomposition ne se fait pas brusquement en un point, comme dans le cas connu du sulfate de soude de Löwel.

» Jusqu'à + 6°, la recristallisation de la solution saturée se fait avec la plus grande facilité; il en est à peu près de même jusqu'à 40°, point de fusion de l'hydrate; au delà, il devient de plus en plus difficile de faire cristalliser les solutions qui restent longtemps sursaturées.

» L'idée que l'on peut se faire de la solubilité normale, selon une droite, comme étant une dissociation par perte d'eau, progressant selon une loi fixe avec la température, paraît en contradiction avec le fait de l'existence d'une grande quantité d'eau dans la solution. Le chlorure de calcium permet de faire une expérience curieuse, montrant que dans une solution saturée toute l'eau est utilisée, et que cette solution, comme certaines combinaisons, peut être déshydratante. On sait que le chlorure de cobalt devient bleu à chaud ou par l'action des déshydratants; le sel de nickel devient de même jaune. Or si, à froid, l'on traite quelques gouttes de ces solutions par un excès de solution froide de chlorure de calcium cristallisé saturée, les liqueurs deviennent instantanément bleues ou jaunes. Le chlorure de magnésium a la même action, que n'a pas le chlorure de zinc saturé, réputé cependant plus avide d'eau. Il y a évidemment des doubles décompositions de solutions saturées indépendantes des hydrates définis qu'elles contiennent. La solution saturée froide de chlorure de calcium apporte encore une preuve à l'appui de cette manière de voir : les chlorures de baryum et de strontium dissous sont précipités d'une façon si complète par la solution de $CaCl^2, 6H^2O$, qu'on n'en retrouve pas dans la liqueur. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur quelques substances colloïdales.* Note de M. **E. Grimaux**, présentée par M. Friedel.

« *Liqueur de Schweizer.* — M. Peligot a montré que la liqueur de Schweizer, préparée suivant ses indications par l'action de l'ammoniaque sur la tournure de cuivre, est un mélange d'azotite de cuivre ammoniacal

cristallisable et d'oxyde de cuivre ammoniacal, ce dernier possédant seul la propriété de dissoudre la cellulose (¹).

» Quand on soumet cette liqueur à la dialyse dans un vase poreux, on constate que l'oxyde de cuivre ammoniacal est un corps colloïdal. Les premiers jours il passe une grande quantité de sel bleu dans l'eau extérieure du dialyseur, en même temps que l'excès d'ammoniaque, puis, après six ou sept jours, elle ne renferme pas trace de cuivre. Le vase poreux retient un liquide bleu formé d'oxyde de cuivre ammoniacal et qui résiste absolument à la dialyse.

» Ce corps présente en outre les autres caractères des colloïdes; il précipite des flocons gélatineux d'hydrate de cuivre par l'addition d'eau distillée; la décomposition est totale avec 5^{vol} à 6^{vol} d'eau; avec 1^{vol} à 2^{vol} d'eau, elle n'est que partielle.

De très petites quantités de sulfate de magnésie, de sulfate de chaux, de sulfate d'alumine, de sulfate de cuivre ou d'acide acétique très dilué précipitent cette solution; le chlorure de sodium et le sulfate de potasse sont sans action. Elle précipite également de l'hydrate de cuivre par l'action d'une température de 40° à 50°, mais le précipité n'est pas permanent; il se redissout lentement par le refroidissement. C'est donc une véritable dissociation, amenée par la chaleur, en oxyde de cuivre et ammoniaque.

» Les solutions de cellulose dans le réactif de Schweizer sont, comme on le sait, d'une couleur bleu très foncé et constituent des liquides opaques que la lumière traverse difficilement. M. Levallois a rencontré cette difficulté en cherchant à déterminer le pouvoir rotatoire de la cellulose en solution. La dialyse permet d'obvier à cet inconvénient; après trois ou quatre jours de dialyse, tout l'azotite de cuivre ammoniacal dont la présence rend la liqueur si foncée a passé dans l'eau extérieure, avec l'excès d'ammoniaque. La solution de cellulose est moins colorée; par addition d'eau, elle donne un précipité gélatineux de cellulose que quelques gouttes d'ammoniaque redissolvent en formant un liquide peu coloré et parfaitement transparent.

» La dialyse ne doit pas être poussée trop loin : peu à peu, en effet, la diffusion décompose l'azotate de cuivre ammoniacal, l'ammoniaque est entraînée dans l'eau extérieure, et l'on trouve, dans le vase poreux, une gelée ferme, d'une couleur bleu foncé, qu'on sépare facilement de l'eau mère par lavage.

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 3ᵉ série, t. LXIII, p. 343; 1861.

» Cette gelée, combinaison ou laque, d'oxyde de cuivre et de cellulose, ne se dissout pas dans l'ammoniaque, qui lui enlève simplement l'oxyde de cuivre.

» *Uréides pyruviques condensées.* — Quand on fait réagir à 100° un excès d'acide pyruvique sur l'urée ou qu'on chauffe à 150° les uréides pyruviques cristallisées, on obtient des poudres blanches qui se dissolvent dans les alcalis en donnant des solutions colloïdales, ainsi que je l'ai montré dans mes recherches sur les uréides de l'acide pyruvique. J'ai repris dernièrement l'étude de ces corps. Leurs solutions ammoniacales par évaporation dans le vide se prennent en gelées, puis se dessèchent en plaques cornées, translucides. Quand on évapore les solutions au bain-marie, elles se prennent, par le refroidissement, en gelées fermes et transparentes, ressemblant absolument à la gélatine. Il suffit de 5 pour 100 d'uréide pyruvique pour former gelée.

» Ces solutions concentrées donnent des précipités gélatineux avec tous les acides, avec le chlorure de sodium, le sulfate de potasse, l'eau de chaux, l'eau de baryte, les sels alcalino-terreux et les sels métalliques.

» Les solutions ammoniacales, aussi bien que les solutions sodiques, sont transformées en gelée par *l'action d'un courant de gaz carbonique,* et le *mélange redevient limpide sous l'influence d'un courant d'air.*

» Malgré ces analogies, les uréides pyruviques condensées diffèrent absolument des colloïdes de l'organisme; elles résistent à l'action de l'acide azotique bouillant.

» *Colloïde amido-aspartique.* — L'anhydride aspartique, comme je l'ai indiqué, donne une substance colloïdale quand on le chauffe à 125° avec de l'urée, qu'on reprend par l'eau et qu'on enlève l'excès d'urée par la dialyse. On peut obtenir de même un colloïde en dirigeant à 150° un courant de gaz ammoniac sur l'anhydride aspartique.

» Le produit repris par l'eau donne des gelées par évaporation dans le vide ou au bain-marie, gelées qui, par la dessiccation, se transforment en plaques amorphes et cornées. Il donne des précipités volumineux avec l'eau de baryte, le bichlorure de calcium, l'acide acétique, l'acide azotique. Le précipité formé par l'acide azotique se dissout à chaud et est reformé par l'addition d'eau. Le chlorure de sodium ne précipite que faiblement à froid, plus abondamment à chaud. Avec le sulfate de magnésie, quelques gouttes donnent à froid un précipité qui disparaît par une douce chaleur, et se forme de nouveau à l'ébullition pour devenir permanent.

» Ce colloïde est facilement hydraté et transformé en un corps qui ne

donne plus de précipité; il suffit de le dissoudre dans l'ammoniaque aqueuse pour avoir des solutions que rien ne précipite. Il présente, comme le colloïde uréo-aspartique et l'anhydride aspartique lui-même, la propriété de donner, avec les sels de cuivre, un dérivé qui se dissout dans la potasse en offrant une teinte violet rose, absolument semblable à celle des albuminoïdes, dites de biuret.

» *Silice soluble.* — Graham a obtenu la silice soluble en soumettant à la dialyse le produit de l'action de l'acide chlorhydrique sur une solution étendue de silicate de soude. Mais il n'est pas besoin d'avoir recours à la dialyse pour préparer des solutions de silice pure; il suffit de saponifier par l'eau le silicate de méthyle de MM. Friedel et Crafts, en faisant bouillir 8^{gr} de cet éther au réfrigérant ascendant avec 200^{gr} d'eau et concentrant la liqueur aux trois quarts pour chasser l'alcool méthylique.

» Cette solution, qui renferme 2,26 pour 100 de silice anhydre, est très stable et ne se coagule par l'action de l'acide carbonique ni à froid ni à chaud; Graham a signalé la facile coagulabilité des solutions de silice par l'acide carbonique, mais ses indications paraissent se rapporter à des solutions à 10 pour 100.

» La solution à 2,26 pour 100 est coagulée à chaud par le sel marin et le sulfate de potasse; il faut une assez forte proportion de sels; le coagulum est très volumineux et le tout se prend en une masse gélatineuse ferme et transparente. Cette solution s'est coagulée spontanément après cinq semaines.

» Graham a fait voir que la coagulation spontanée est d'autant plus lente que la solution est plus étendue : il est facile de confirmer ce fait avec les solutions de silice impure que fournit la décomposition du chlorure de silicium par une grande quantité d'eau. Avec une liqueur chlorhydrique renfermant 1,23 pour 100 de silice anhydre, on obtient la coagulation immédiate en y ajoutant son volume d'une solution de carbonate de potasse ($D = 1,22$), mais si on l'étend de 1 ou 2 volumes d'eau, la liqueur reste limpide après l'addition du carbonate de potasse et la coagulation ne commence qu'après un quart d'heure. La dilution retarde donc aussi bien la coagulation par les sels que la coagulation spontanée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse d'hydrures pyridiques.* Note de M. **Oechsner de Coninck**, présentée par M. Friedel.

« Les faits remarquables que viennent de faire connaître MM. Hofmann et Ladenburg m'engagent à publier dès maintenant les principaux résultats d'un travail entrepris depuis deux années.

» J'ai tenté de réaliser la synthèse d'hydrures pyridiques en partant de la β-lutidine et de la β-collidine (bouillant à 196°) dérivées de la cinchonine et de la brucine.

» Ces deux bases ont été soumises d'abord à l'action de l'acide iodhydrique à haute température.

» Pour cela, je les ai chauffées en tubes scellés à 220° avec un excès d'acide concentré, pendant quelques heures. J'ai obtenu des polyiodures. L'analyse ne permet guère de décider si ce sont des triiodures $C^7H^9AzI^3$ et $C^8H^{11}AzI^3$, ou des iodhydrates de diiodures

$$C^7H^9AzI^2, HI; \quad C^8H^{11}AzI^2, HI.$$

» Ces deux composés se présentent sous la forme de liquides bruns très épais, bouillant à une température élevée, non sans subir un commencement de décomposition, retenant toujours une impureté qui rend le dosage de l'hydrogène incertain. Ce dosage seul permettrait de décider entre les deux formules plus haut mentionnées.

» L'action combinée du phosphore amorphe et de l'acide iodhydrique concentré, en tubes scellés, à 100° et 130°-140°, a été ensuite essayée sur la β-collidine; je n'étais d'abord arrivé à aucun résultat [1], parce que je chauffais trop longtemps, comme je l'ai reconnu depuis.

» En tâtonnant, j'ai réussi à obtenir en petite quantité une *dihydrocollidine*. La base a été analysée à l'état de chloroplatinate; ce sel était en paillettes jaune orangé clair; l'eau bouillante le modifiait avec une grande facilité.

Analyse.

	Théorie pour $(C^8H^{11}Az, HCl)^2 + PtCl^4$ pour 100.	Théorie pour $(C^8H^{13}Az, HCl)^2 + PtCl^4$ pour 100.	Trouvé pour 100.
C	29,36	29,17	28,82
H	3,66	4,25	4,36
Pt	30,12	29,93	29,60

(1) *Thèse inaugurale*, p. 69. Paris, 1882.

» En troisième lieu, j'ai essayé d'hydrogéner les deux bases au moyen d'un mélange d'acide iodhydrique concentré et de tournure de cuivre : aucun résultat (¹). Cependant, je crois devoir ajouter que ce procédé, appliqué à l'*aldolcollidine*, avait fourni à M. Wurtz une *dihydrocollidine* (communication particulière).

» L'action du sodium et de l'alcool absolu sur la β-lutidine et la β-collidine m'a conduit à des résultats plus intéressants, je crois. En me plaçant dans des conditions particulières, j'ai obtenu l'hexahydrure de la β-lutidine dérivée de la brucine, que M. Wischnegradsky avait obtenu en hydrogénant la β-lutidine dérivée de la cinchonine.

» Si la préparation de cet alcaloïde présente de réelles difficultés, il n'est pas moins difficile de le séparer exactement de la β-lutidine; son point d'ébullition m'a paru situé vers 155-160°; je ne donne cette température qu'avec une certaine réserve, l'hexahydrure de β-lutidine ne manifestant pas seulement une adhérence remarquable pour la base génératrice, mais étant encore très hygroscopique.

Analyse de la fraction bouillant vers 160°.

	Théorie pour $C^7H^{15}Az (= C^7H^9Az + H^6)$ pour 100.	Trouvé.
C	74,33	73,86
H	13,27	13,60

» L'hexahydrure de β-lutidine constitue un liquide incolore, mobile, réfringent, dont l'aspect ne diffère pas sensiblement de celui des alcaloïdes pyridiques ; il est doué d'une odeur pénétrante, spéciale, qui m'a paru rappeler celle de la pipéridine. Il s'unit facilement à l'iodure de méthyle pour former un iodométhylate bien cristallisé; ce produit d'addition a été séché, puis distillé avec un léger excès de potasse caustique non préalablement fondue. La décomposition s'est effectuée dans le sens de l'équation

$$C^7H^{15}Az, CH^3I + KHO = KI + H^2O + C^8H^{17}Az.$$

» J'ai recueilli en effet une très petite quantité d'une base présentant la composition de la cicutine.

Analyse.

	Théorie pour $C^8H^{17}Az$ pour 100.	Trouvé pour 100.
C	75,59	75,16
H	13,38	13,55

(¹) *Loco citato*, p. 70-71.

» La constitution de cette base me paraît devoir être exprimée par la formule $C^5H^9(C^2H^5)Az(CH^3)$; elle est isomérique et non identique avec la cicutine, car nous savons aujourd'hui, grâce aux belles recherches de M. Hofmann, que *la cicutine est l'hexahydrure de l'orthopropylpyridine* ([1]).

» Dans les mêmes conditions, la β-collidine a été transformée en un hexahydrure $C^8H^{17}Az$ présentant le même aspect que son homologue inférieur et contenu dans une fraction bouillant vers 175°-180°. On comprendra la réserve avec laquelle j'indique cette température, à cause du faible rendement obtenu, des propriétés hygroscopiques du nouvel alcaloïde, et de sa difficile séparation d'avec la β-collidine.

Analyse.

	Théorie pour $C^8H^{17}Az$ pour 100.	Trouvé pour 100.
C	75,59	75,11
H	13,38	13,46

» Cet hexahydrure constitue un nouvel isomère de la cicutine : en effet, j'ai été amené, par l'étude des produits d'oxydation, à considérer la β-collidine comme une *méthyléthylpyridine*, c'est-à-dire, comme un homologue supérieur mixte de la pyridine.

» La constitution du nouvel alcaloïde est sans doute exprimée par la formule

$$C^5H^8(CH^3)(C^2H^5)AzH.$$

» Il me sera permis de rappeler que j'ai annoncé ([2]) cette synthèse il y a quatre mois déjà ([3]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le tribenzoylmésitylène.* Note de M. E. Louïse, présentée par M. Friedel.

« Dans de précédentes Communications, j'ai montré que l'on pouvait, au moyen de la méthode de MM. Friedel et Crafts, substituer successivement le radical *benzoyle* à deux hydrogènes aromatiques du mésitylène, et

([1]) *Deutsche chemische Gesellschaft*, t. XVII, p. 830.

([2]) *Bulletin de la Société chimique*, t. XLI (1884), p. 369.

([3]) Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie organique de la Faculté des Sciences.

obtenir ainsi deux acétones bien cristallisées, le *benzoylmésitylène* $C^{16}H^{16}O$ et le *dibenzoylmésitylène* $C^{23}H^{20}O^2$. La même méthode peut servir encore pour fixer une dernière fois le *benzoyle* sur le noyau mésitylénique.

» Après avoir répété un grand nombre de fois la préparation de ces diverses acétones en faisant varier les conditions d'expérience, j'ai remarqué que la température y joue un rôle essentiel : le produit monosubstitué peut être obtenu en quantité presque théorique au moyen d'une molécule de chlorure de benzoyle dissoute dans une molécule de mésitylène, si la température ne dépasse pas 118°; de même la diacétone s'obtient sans aucun autre composé, si la température atteint 150°.

» Le point de départ du produit trisubstitué peut être indifféremment le *benzoyle* ou le *dibenzoylmésitylène* dissous dans un excès de chlorure de benzoyle. Il convient d'opérer à 198°, sinon, même dans les conditions les plus favorables, c'est-à-dire en se servant de diacétone et en prolongeant beaucoup l'expérience, on n'obtient pas de substitution. Il se dégage, cependant, une grande quantité d'acide chlorhydrique, mais le chlorure d'aluminium a simplement détruit les composés mis en sa présence.

» A 198°, outre cette action décomposante inévitable, le chlorure d'aluminium agit utilement et le chlorure de benzoyle réagit effectivement sur les acétones inférieures.

» J'ai opéré généralement avec 10^gr de monoacétone, 40^gr de chlorure de benzoyle, 3^gr de chlorure d'aluminium, en laissant marcher la réaction pendant douze à treize heures à 198°.

» Le produit brut est alors traité par l'eau chaude jusqu'à destruction complète du chlorure de benzoyle en excès; il reste une masse noire, solide, constituée par du charbon mélangé intimement au produit de la réaction. On épuise cette masse charbonneuse avec de l'alcool bouillant et ce dernier abandonne immédiatement de petits cristaux ambrés que l'on peut décolorer complètement par le noir animal.

» 0^gr,2835 de cristaux purs soumis à l'analyse ont donné :

CO^2	0,864
H^2O	0,153

ce qui correspond en centièmes à

		La formule $C^{30}H^{24}O^3$ exige
C	83,1	83,3
H	5,9	5,5

» Le produit de la substitution est donc une triacétone, le *tribenzoylmésitylène*.

» MM. Friedel et Crafts, après avoir obtenu la *durène-dibenzoyle* et avoir remarqué que la benzophénone n'entre pas en réaction avec le chlorure de benzoyle à 150°, en concluent que la présence des groupes méthyle favorise l'introduction du benzoyle sur le noyau benzénique.

» Cette observation et la constitution connue du mésitylène nous conduisent à admettre la disposition symétrique des benzoyles et à considérer l'acétone nouvelle comme la *tribenzoyltriméthylbenzine* symétrique.

» Cette acétone entre en fusion à 215°-216°. Elle est presque insoluble dans l'alcool froid, plus soluble dans l'alcool bouillant, l'éther, la benzine, etc.; son meilleur dissolvant paraît être un mélange de chloroforme et d'acétone ordinaire; il l'abandonne sous la forme de gros prismes obliques à base rhombe, dont l'angle aigu antérieur est égal à 76°46', et l'inclinaison de la face supérieure sur les faces latérales $p : m$ est 94°10' [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *De la colchicine cristallisée.* Note de M. A. **Houdès**, présentée par M. Berthelot.

» Depuis Pelletier et Caventou qui, les premiers, ont isolé le principe actif du colchique, mais qu'ils avaient considéré comme étant de la vératrine, plusieurs chimistes se sont occupés de cette question.

» En Allemagne, Geiger et Hesse prétendent avoir retiré de cette plante une substance cristallisée, dont les propriétés chimiques sont dissemblables de notre colchicine cristallisée.

» Plus tard, M. Oberlin affirme qu'il n'a jamais pu obtenir de colchicine cristallisée, même par le procédé de Geiger et Hesse, mais qu'il a retiré de la colchicine une substance neutre, cristallisant avec facilité, et qu'il a désignée sous le nom de *colchicéine*.

» Plus récemment encore, MM. Ludwig et Stabler sont arrivés aux mêmes conclusions que M. Oberlin.

» C'est en présence de ces résultats différents et contradictoires que nous avons repris cette étude et que nous sommes parvenu à préparer de la colchicine cristallisée par le procédé suivant.

» *Mode de préparation.* — On épuise par lixiviation 35^{kgr} de semences de

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie générale de la Faculté des Sciences de Lyon.

colchique avec 100^{kgr} d'alcool à 96°. Les liqueurs réunies et filtrées sont distillées de façon à retirer la totalité de l'alcool; l'extrait obtenu est agité à plusieurs reprises avec son volume d'une solution d'acide tartrique au $\frac{1}{20}$ qui sépare les matières grasses et résineuses, tandis que la colchicine passe dans la solution acide.

» Celle-ci est décantée, filtrée et agitée avec un excès de chloroforme qui enlève le principe actif à la liqueur acide, sans addition préalable d'alcali; par évaporation, on obtient des cristaux imprégnés de matière colorante.

» On les redissout à froid dans un mélange, à parties égales, de chloroforme, d'alcool et de benzine, et, par évaporation spontanée, il se dépose de la colchicine cristallisée, que l'on purifie par plusieurs traitements semblables.

» Cette méthode nous permet de retirer environ 3^{gr} de principe actif par kilogramme, tandis que les bulbes de la même plante n'en ont fourni que 0^{gr},40 par 1000^{gr}.

» *Propriétés.* — La colchicine se présente sous forme de prismes groupés en mamelons incolores; elle est d'une saveur très amère; elle bleuit faiblement le papier de tournesol; elle est peu soluble dans l'eau, la glycérine et l'éther, mais elle l'est en toute proportion dans l'alcool, la benzine ou le chloroforme.

» Elle est hydratée et fond alors à 93°; après dessiccation à 100°, son point de fusion n'a lieu qu'à 163°.

» La colchicine cristallisée brûle sans résidu et renferme de l'azote; elle se combine à certains acides organiques, tandis qu'elle se décompose au contact d'autres acides plus énergiques et des acides minéraux.

» Sa solution n'exerce aucune influence sur la liqueur cupropotassique; mais, après une ébullition prolongée en présence de l'acide sulfurique dilué, elle réduit immédiatement ce réactif.

» Ce dernier caractère, joint à la propriété de former des sels, rapproche la colchicine de la solanine; comme celle-ci, elle constituerait un alcali glucoside.

» *Réactions.* — Les acides minéraux forts ou dilués dissolvent la colchicine et la colorent en jaune citron. L'acide azotique lui communique une coloration violacée non persistante; la potasse et la soude la précipitent de ses solutions, tandis que l'ammoniaque ne produit aucune réaction. Par le tannin il y a formation d'un précipité blanc soluble à chaud; par le bichlorure de platine, un précipité jaune orangé prend naissance. L'eau iodée donne un précipité rouge-kermès. Par l'iodure double de mer-

cure et de potassium, il se forme un précipité jaune, et enfin l'iodure de potassium ioduré donne un précipité jaune marron.

» Cette description n'étant que sommaire, nous nous proposons de poursuivre l'étude de ce corps. Quelle différence notre colchicine cristallisée présente-t-elle avec la colchicéine de M. Oberlin? Celle-ci ne serait-elle qu'un alcaloïde secondaire qui dériverait de celle-là? C'est ce qui fera le sujet d'une prochaine Note.

» *Effets physiologiques.* — D'après les expériences préliminaires de M. le Dr Laborde, il résulte que l'activité de la colchicine cristallisée ne se manifeste qu'à des doses relativement élevées : elle rentre à cet égard dans la catégorie des principes immédiats qui se dosent par centigrammes et non par milligrammes. Ainsi, sur des cobayes du poids moyen de 450gr, la dose physiologique est de 0gr,02 à 0gr,03 et la dose toxique mortelle (en une heure environ) de 0gr,06. Un état de collapsus avec stupeur, sans anesthésie, est le principal effet général de son action. Le fonctionnement du cœur et les phénomènes respiratoires mécaniques sont notablement modifiés sous son influence. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur les déperditions d'azote pendant la fermentation des fumiers.* Note de M. H. Joulie, présentée par M. Fremy. (Extrait par l'auteur.)

« L'étude des fumiers produits dans les fermes présentant de grandes difficultés, à cause du peu d'homogénéité des matières et de l'impossibilité de former, pour l'analyse, des échantillons représentant convenablement les masses dont on veut connaître la composition, j'ai pensé qu'il serait utile d'entreprendre cette étude sur des matières préparées dans des conditions spéciales, en quantités telles qu'il soit facile de tout recueillir et de tout analyser exactement.

» La fosse à fumier se composait d'une cloche de verre à douille, renversée sur un vase conique. Le fumier était retenu dans la cloche par une toile métallique et le purin s'écoulait librement dans le vase inférieur. La cloche était recouverte par une plaque de verre.

» On a disposé six appareils semblables dans lesquels on a introduit, le 18 février 1883, le mélange suivant :

Paille hachée et broyée	75gr
Crottin de cheval séché et broyé	50gr
Urine putréfiée	300cc
Eau distillée	375cc

» L'appareil n° 1 a reçu ce mélange sans aucune addition;

» Au n° 2 on a ajouté 10^{gr} de phosphate fossile du Cher;

» Au n° 3, 10^{gr} de phosphate et 10^{gr} de plâtre;

» Au n° 4, 10^{gr} de phosphate et 10^{gr} de carbonate de chaux;

» Au n° 5, 10^{gr} de carbonate de chaux seulement;

» Et au n° 6, 10^{gr} de plâtre seulement.

» Un septième appareil, formé par une cloche trois fois plus large, a reçu les quantités de matières suivantes, sans autre addition :

Paille	150
Crottin	200
Urine putréfiée	400
Eau distillée	850

» Tous les jours d'abord, et ensuite tous les deux ou trois jours, on a reversé sur le fumier le liquide qui s'était écoulé dans le vase inférieur.

» Tous les appareils sont restés dans un laboratoire à la lumière diffuse et à la température ordinaire jusqu'au 1er septembre 1883, soit six mois et dix jours.

» On a alors analysé les fumiers et les purins obtenus et, par comparaison avec les analyses des matières employées, il a été facile de se rendre compte des changements que la fermentation avait fait éprouver aux masses mises en expériences.

» On a ainsi constaté :

1° Que la fermentation prolongée du fumier détermine une perte totale d'azote qui a été de 20 pour 100 dans nos expériences, mais qui doit être plus élevée dans la pratique, où les surfaces d'évaporation du carbonate d'ammoniaque sont relativement beaucoup plus étendues;

» 2° Que cette perte est uniquement due à la volatilisation ou à la décomposition de l'ammoniaque contenue dans les purins et qu'elle porte, par conséquent, sur la partie la plus active et la plus assimilable de l'azote des fumiers;

» 3° Qu'une portion de l'azote ammoniacal se fixe sur les matières organiques pendant cette fermentation. L'importance de cette fraction, qui a varié dans nos expériences de 24,82 à 44,54 pour 100 de l'azote ammoniacal introduit, dépend des proportions relatives de l'azote ammoniacal et des matières organiques. Elle est d'autant plus forte que les purins sont relativement moins chargés d'azote ammoniacal;

» 4° Que l'addition du phosphate de chaux ne modifie pas sensiblement la marche des phénomènes ni l'importance de la déperdition;

» 5° Que le carbonate et le sulfate de chaux augmentent, tous deux, dans une large mesure, la déperdition d'azote ammoniacal, tout en diminuant sa fixation sur les matières organiques.

» Au point de vue pratique, ce travail montre que, dans la préparation du fumier de ferme la mieux organisée, il y a des déperditions très importantes d'azote et qu'il est nécessaire de rechercher les moyens de les éviter. Ce sera l'objet de mes études ultérieures. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les minéraux qui accompagnent le diamant dans le nouveau gisement de Salobro, province de Bahia (Brésil).* Note de M. **H. Gorceix**, présentée par M. Des Cloizeaux.

« Les alluvions diamantifères du Brésil, connues en de nombreux points du pays et principalement dans les provinces de Bahia et Minas-Géraës, dont les gisements découverts deviennent de plus en plus nombreux, présentaient entre elles la plus grande analogie, tant au point de vue de leur situation uniforme dans les cours d'eau et sur les plateaux que sous le rapport de la nature et de la forme des minéraux qu'elles renferment.

» Un gisement qui vient récemment d'être découvert offre des différences assez notables pour mériter, je crois, une étude spéciale.

» Il est situé non loin de la côte, dans la province de Bahia et dans le bassin du Rio Pardo, à peu de distance du point où ce cours d'eau se réunit au Jéquétinhonha. Il a reçu des mineurs le nom de *Salobro*, ce qui semblerait indiquer que les eaux de la région sont saumâtres. La contrée tout autour est basse, plane, marécageuse, couverte de forêts dont l'exploitation a amené la découverte des diamants. Ceux-ci se trouvent dans une argile blanche avec lits de feuilles décomposées; ce dépôt paraîtrait donc de formation moderne. Les minéraux qui accompagnent le diamant sont bien moins abondants que dans tous les autres gisements de Diamantina, Bagagem, Abaété, etc., où l'argile au contraire est toujours en petite quantité.

» L'étude d'une faible portion des résidus du lavage de cette argile m'a permis d'y reconnaître les minéraux suivants :

1. Quartz.
2. Silex.
3. Monazite.
4. Zircon.
5. Disthène.
6. Staurotide.
7. Grenat almandine.
8. Corindon.
9. Fer oxydulé.
10. Fer titané.
11. Pyrite martiale.

» Après le quartz, c'est la monazite qui domine; elle se présente en petits fragments anguleux jaunes ou rougeâtres, et quelquefois en cristaux aplatis suivant h^1, surmontés de la pyramide a^1, o^1, e^1. Le zircon en cristaux bruns, blanchâtres à surface luisante, plus rarement améthystes, est aussi très abondant et les échantillons très peu roulés.

» Le corindon qui, pour la première fois, je crois, est signalé au Brésil, est représenté par de petits grains de densité comprise entre 3,7 et 3,8, perdant 2 pour 100 de leur poids au chalumeau, de couleur grise ou rosée. La staurotide se montre de même en fragments de petites dimensions dont l'aspect rappelle celui des débris de cristaux provenant des schistes micacés des environs de la ville de São João Baptista et du cours moyen du Jéquétinhonha.

» Si l'on compare cette première liste avec celle publiée par M. Damour, dans le *Bulletin de la Société de Géologie*, et à laquelle, dans une Notice insérée aux *Comptes rendus* (¹), j'ai pu ajouter quelques autres espèces minérales, on voit que le corindon et la staurotide sont les deux seules substances nouvelles qui se montrent à Salobro.

» Ce fait acquiert pourtant de l'importance si l'on considère que le corindon est le minéral qui accompagne constamment le diamant dans l'Inde, dont les gisements semblaient n'avoir pas de rapport avec ceux du Brésil.

» Mais c'est surtout par l'absence de certains minéraux et par l'aspect extérieur du gravier que s'accuse la différence entre le placer de Salobro et les autres gisements du Brésil.

» On n'y voit en effet aucun des représentants des trois familles de minéraux qui caractérisent si bien les alluvions diamantifères de ce pays : 1° oxydes de titane (rutile, anatase); 2° alumine ou acide titanique hydratés avec acide phosphorique, oxyde de cérium, etc.; 3° tourmalines. Le gravier de Salobro ressemble en outre aux dépôts qui se forment actuellement dans le lit ou sur les rives des cours d'eau par un simple phénomène de transport, et aucun des minéraux ne présente ces formes arrondies dues à de longs frottements au milieu de remous qui, partout ailleurs, font reconnaître à première vue le *cascalho* vierge diamantifère.

» Le gisement de Salobro étant situé près de la mer n'est pas éloigné de la longue chaîne de montagnes granitiques et gneissiques qui constitue la *Serra do Mar* bordant les côtes du Brésil.

» Il ne me semble pas pourtant qu'on puisse en conclure que les sables

(¹) *Comptes rendus*, décembre 1881.

de cette localité proviennent *directement* de la destruction de ces roches. A une distance, relativement peu considérable, elles sont traversées par de nombreux filons de quartz, de pegmatite, très riches en pierres colorées, telles que : cymophane, triphane, andalousite dichroïque, béryl, dont je n'ai pas trouvé de débris dans les graviers de Salobro. Cette découverte ne me paraît donc pas, au moins d'après cette première étude, infirmer les conclusions que j'ai tirées, au sujet de l'origine du diamant du Brésil, de l'étude des gisements en place de São-João da Chapada et de Grão Mogol. »

ZOOLOGIE. — *Anatomie des Echinodermes; sur l'organisation des Comatules adultes*. Note de M. **Edm. Perrier**, présentée par M. de Quatrefages.

« La difficulté d'étudier les Comatules est telle qu'à part le tube digestif il n'y a pas un système d'organes de ces animaux sur la signification duquel tous les anatomistes soient d'accord.

» Pour Ludwig, le système nerveux est représenté par l'épithélium cilié de la gouttière ambulacraire; pour William et Herbert Carpenter, il est situé dans l'axe calcaire des bras; pour J. Müller, l'organe axial autour duquel s'enroule le tube digestif était un cœur; c'est un lacis de vaisseaux pour Ludwig; pour d'autres, une glande; ces divergences rendent problématique l'existence même de l'appareil circulatoire dont Ludwig et Herbert Carpenter ont cru voir les connexions avec cet organe; le rôle de l'*organe cloisonné* que supporte la plaque centro-dorsale, celui de l'*organe spongieux* qui se trouve près de la bouche sont autant d'énigmes, et cependant il est manifeste pour tout le monde qu'une connaissance exacte de l'organisation des Crinoïdes est indispensable pour la détermination des homologies de tous les animaux composant l'embranchement des Échinodermes.

» J'ai déjà montré (*Comptes rendus* des 16 juillet 1883 et 18 février 1884) :

» 1° Que les connexions et la structure des cordons contenus dans l'axe calcaire des bras et qui s'unissent pour former un anneau autour de l'organe cloisonné doivent faire considérer ces cordons comme le véritable système nerveux;

» 2° Qu'à aucune époque du développement l'organe axial ne présente l'apparence d'un lacis de vaisseaux; mais que ses parois sont formées de cellules spéciales, grandes, se colorant fortement par l'éosine et le picrocarminate, disposées d'abord en une sorte de colonne pleine, puis limitant une cavité rendue de plus en plus anfractueuse par les divers modes de reploiement et la croissance irrégulière de ses parois; en un mot, cet

organe axial est une cavité à parois glandulaires et non un lacis de vaisseaux.

» L'étude minutieuse de plus de deux cents coupes, faites ordinairement au quarantième de millimètre et soigneusement numérotées de manière à permettre la reconstitution géométriquement exacte de l'animal entier, me permet de compléter ces données.

» Aussi bien chez l'*Antedon rosaceus* adulte que chez l'*Antedon phalangium*, trouvé en si grande quantité dans l'Atlantique par le *Talisman*, l'organe axial est bien nettement une cavité tubulaire anfractueuse, à parois glandulaires. Parmi les diverticules de cette cavité, les uns apparaissent sur les coupes comme terminés en culs-de-sac, d'autres se plongent manifestement en canaux. Quelques-uns de ces canaux courent parmi les trabécules innombrables de la cavité générale; il en est qui se rendent vers les bras. Mais la plupart remontent vers le tégument dorsal, formant tout autour de l'œsophage une masse qu'on peut, cette fois, comparer à un lacis vasculaire, et qui n'est autre chose que l'*organe spongieux* d'Herbert Carpenter.

» Les *canaux* (je ne dis pas les *vaisseaux*) qui forment cet organe, concurremment avec de nombreux trabécules de tissu conjonctif, ont un parcours très sinueux, s'anastomosent fréquemment entre eux, et leurs parois, manifestement glandulaires, sont très irrégulièrement bosselées. Tous les canaux viennent enfin ramper sur un parcours plus ou moins long sous le plancher tégumentaire qui porte la bouche et l'anus, s'enfoncent très obliquement, presque parallèlement entre eux, dans les téguments, et viennent enfin s'ouvrir à l'extérieur par les entonnoirs ciliés sur lesquels, depuis Johannes Müller, j'ai le premier attiré l'attention (1872).

» Tous ces entonnoirs ciliés ne sont cependant pas les orifices de pareils canaux; il en est, cela est surtout manifeste chez les jeunes Comatules, qui sont en rapport avec les tubes hydrophores que porte l'anneau ambulacraire. D'ailleurs tous les canaux de l'organe spongieux ne s'ouvrent pas dans la cavité de l'organe axial. Leur plexus se continue jusqu'à l'organe cloisonné dans les chambres duquel s'ouvrent encore chez l'*Antedon rosaceus* les canaux issus des entonnoirs inférieurs du disque.

» Ainsi le plus grand nombre des *entonnoirs ciliés*, l'*organe spongieux*, l'*organe axial*, les chambres de l'*organe cloisonné*, ne forment qu'un seul et même système, à la fois l'analogue et l'homologue du système formé chez les Oursins, les Astéries et les Ophiures par la *plaque madréporique*, le *canal hydrophore* ou *canal du sable* et la *glande ovoïde* qui lui est constamment annexée. Le canal hydrophore de ces Échinodermes s'ouvre, à la vérité

dans l'anneau ambulacraire péribuccal; mais, parmi les entonnoirs vibratiles des Comatules, il en est qui conduisent aussi dans des tubes portés par cet anneau et qu'on a souvent considérés comme les véritables canaux hydrophores des Comatules et des Holothuries. Cette opinion n'est nullement en contradiction avec nos recherches, rattachant à un même ensemble tout ce vaste système aquifère.

» D'ailleurs, non seulement les jeunes larves de Comatules n'ont qu'un seul canal hydrophore, disposé comme celui des autres Échinodermes, mais encore ce canal se forme comme chez eux de très bonne heure. Il existe déjà longtemps avant que le calice de la jeune larve soit ouvert, et son orifice est longtemps le seul qu'on observe à la surface de la larve, ce qui n'avait pas été jusqu'ici signalé. De l'ensemble de ces faits anatomiques, il résulte que, chez les Comatules, l'eau de la mer joue un rôle considérable dans la nutrition de l'individu.

» Sur les très jeunes larves, on observe déjà les rudiments de l'organe axial, simple repli vertical du sac péritonéal droit, refoulant devant lui le sac digestif et le forçant ainsi à se courber en une sorte d'arc dont une extrémité communiquera plus tard avec l'œsophage, tandis que l'autre formera le rectum.

» Par tous les traits que nous venons de résumer, l'organisation de la Comatule est singulièrement rapprochée de celle des autres Échinodermes, dont la morphologie apparaît sous un jour tout autre que celui sous lequel elle est habituellement présentée. Nous en discuterons plus tard les détails. Nous ferons seulement aujourd'hui remarquer que, si l'on considère un Oursin comme un Crinoïde dont les bras seraient soudés au disque devenu très volumineux, comme on le voit chez les *Eucalyptocrinus* par exemple, et dont la bouche serait située au point d'insertion du disque sur sa tige, le système nerveux et les canaux ambulacraires de l'Oursin ont exactement les mêmes rapports que ceux qui nous sont offerts par la Comatule. Il est à remarquer que précisément, en ce point, le calice de nombreux Crinoïdes pédonculés s'invagine, et présente des points qui ne sont pas sans analogie avec celle qui constitue la *lanterne d'Aristote* des Oursins et plus particulièrement des Clypéastres. »

ZOOLOGIE. — *Constitution des Échinodermes.* Note de M. C. VIGUIER, présentée par M. de Quatrefages.

« Diverses théories ont été émises sur la nature des Échinodermes. Les uns les considèrent comme des animaux simples, à forme rayonnée, et les rapprochent des Acalèphes et des Cténophores, qu'ils regardent aussi comme tels. C'est l'opinion de Cuvier, principalement défendue depuis par les deux Agassiz et Metchnikoff. D'autres, bien qu'en en faisant un type distinct, veulent trouver leurs relations chez les Vers, et spécialement chez les Géphyriens, rangés eux-mêmes, à une époque, dans le groupe des Échinodermes. C'est l'opinion de Leuckart et de Claus. Une troisième a été soutenue par M. Duvernoy d'abord, qui les considère comme produits par la réunion de cinq organismes vermiformes.

» Haeckel n'a fait que reproduire la théorie de l'ami et collaborateur de Cuvier, tout en la développant. C'est dans son Mémoire, publié en 1878, sur les formes dites *en comète* des *Linckiadæ,* qu'il a surtout insisté sur cette idée. Ce Mémoire est bien en faveur de la nature coloniale des Astéries; mais on peut entendre la colonie différemment. Haeckel voulait faire des organismes ainsi réunis des Vers segmentés. J'ai fait, peu après, ressortir quelques objections à cette manière de voir, dans un travail écrit, il est vrai, sous l'influence d'idées qui se sont modifiées depuis lors. Ces objections subsistent toujours, mais sont moins importantes que celles qui tiennent au mode de réunion des individus associés.

» Bien que, à l'époque où il publia son Mémoire, Haeckel vît à peine *une autre théorie possible* pour expliquer la constitution de l'Échinoderme, une quatrième s'est fait jour depuis : celle de M. Perrier, exposée dans son Ouvrage sur les *Colonies animales.* D'après cette dernière opinion, l'Échinoderme est bien une colonie; mais, au lieu d'être constituée par cinq individus, ou antimères, équivalents, cette colonie l'est par cinq individus reproducteurs, groupés autour d'un individu nourricier. Dans une Astérie, les premiers seront les bras, l'autre sera le disque; et la coalescence de ces divers individus pourra être poussée à des degrés fort divers. Si le disque reste petit, les bras conserveront une grande importance, et pourront montrer une indépendance et une activité vitale d'autant plus grandes.

» Toutes les Astéries sont fragiles, et toutes jouissent de la faculté de réparer les bras rompus. Souvent même la rupture devient un procédé de

reproduction, et l'animal se divise en deux ou plusieurs parties, dont chacune se complète. De nombreux exemples en sont connus chez les Astéries comme chez les Ophiures. Le plus ordinairement, la partie centrale, ou disque, est intéressée; mais parfois aussi, comme dans les formes en comète, un seul bras détaché peut reproduire l'étoile tout entière. Ces faits s'expliquent aussi bien par la théorie d'Haeckel que par celle de Perrier; mais il en est d'autres qui ne s'expliquent que par cette dernière, et c'est l'un d'eux que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie.

» Si l'on admet que l'Astérie est composée seulement de cinq antimères équivalents, la partie centrale de l'étoile, son disque, ne devrait renfermer que des pièces squelettiques semblables à celles qui s'alignent le long des bras, ou du moins des pièces provenant de la coalescence d'un certain nombre de celles-ci. Aussi, tout en laissant naturellement de côté les ossicules qui ne présentent pas une régularité absolue, tous les auteurs qui se sont occupés des parties dures des Astéries ont-ils cherché à homologuer le squelette buccal avec les pièces dites *ambulacraires* et *adambulacraires*. J'ai moi-même agi de la sorte dans le Mémoire dont je parlais tout à l'heure, et que j'ai publié en 1879, sur l'*Anatomie comparée du squelette des Stellérides*. Il faut bien avouer que ces homologations ne sont pas absolument satisfaisantes, et l'on comprend que toutes les discussions sur le sujet peuvent demeurer stériles si le squelette buccal appartient à un individu central, dont le squelette n'est point nécessairement constitué sur le même type que celui des individus rayonnants. Déjà, en 1879, j'avais été frappé de la disposition spéciale de la musculature de la bouche, mais plus encore de l'importance des ossicules, peu remarqués avant moi, et auxquels j'ai donné le nom d'*odontophores*. Ainsi que les dents et leurs supports, ces ossicules sont spéciaux au péristome et sans analogues le long des bras. Un bras rompu peut donc les reproduire s'il est capable de reproduire la colonie tout entière, comme c'est le cas chez les *Linckiadæ*; mais on ne saurait les voir reparaître au milieu d'un bras qui se répare après rupture de son extrémité.

» On trouve parfois, chez certains *Asterias*, des échantillons où un bras rompu s'est reproduit en double, devenant ainsi un bras bifurqué en Y. C'est ce que l'on voit sur l'une des photographies qui accompagnent cette Note. Si les coins buccaux étaient formés uniquement par la réunion des pièces de deux bras voisins, comme cela devrait être dans la théorie d'Haeckel, on ne comprendrait pas pourquoi l'angle de bifurcation du bras ne serait pas constitué de même. Au contraire, si le squelette péri-

stomial appartient à un individu central, différent des individus rayonnants, il est bien évident, ainsi que je le disais plus haut, que l'un de ces derniers ne saurait reproduire, dans sa longueur, des pièces semblables à celles de l'être central, telles que les odontophores, les dents et leurs supports. C'est l'opinion que j'avais émise dès 1879, bien que je ne fusse pas guidé par les idées théoriques que je viens de rappeler. La deuxième photographie jointe à cette note montre que cette opinion était juste. J'ai réussi, sur une seule, six épreuves différentes montrant comparativement la bouche et le coin de bifurcation du bras : 1° avec les piquants; 2° sans les piquants, et 3° avec une moitié du coin enlevé. On peut facilement constater, sur les premières, que les piquants du coin brachial sont exactement semblables à ceux qui garnissent le bord de la gouttière ambulacraire, tout le long du bras et diffèrent de ceux, beaucoup plus forts, qui se rencontrent à la bouche. Sur les secondes, on voit que ce coin brachial est formé par des pièces adambulacraires non modifiées, et fort différentes des grosses dents tronquées du péristome. Enfin les dernières montrent que l'odontophore, très nettement visible au-dessous de la grosse dent du péristome, fait absolument défaut dans le coin de bifurcation du bras. »

GÉOLOGIE. — *Objections à la théorie d'une mer saharienne à l'époque quaternaire.* Note de M. G. **Rolland**, présentée par M. Daubrée.

« Le Sahara a été souvent regardé comme un fond de mer récemment mis à sec. Cette hypothèse, présentée avec de nombreuses variantes suivant les époques, ne saurait plus être soutenue pour la totalité du désert, aujourd'hui que l'on connaît mieux sa géologie : les plus vastes plateaux du Sahara septentrional sont constitués par une grande formation d'âge crétacé ([1]); à l'ouest, la surface du Sahara marocain présente une formation d'âge dévonien ([2]), la même qui s'appuie, au sud, sur le massif ancien du Sahara central. La thèse de l'immersion sous une mer récente ne peut plus s'appliquer qu'aux espaces, encore très vastes, il est vrai, qui sont occupés au Sahara par les terrains dits *quaternaires*. Ceux-ci recouvrent la majeure partie du Sahara algérien, où la Méditerranée aurait à

([1]) G. Rolland, *Bulletin de la Société géologique de France*, 3e série, t. IX; 1881.
([2]) O. Lenz, *Geologische Karte von West-Africa* (*Mittheilungen*, 28 Band, 1882).

cette époque pénétré par Gabès, et se serait étendue de l'Atlas au Ahaggar; certains auteurs se bornent à admettre un golfe quaternaire dans le bassin du Melrir, ou seulement dans la région même des chotts du sud de la Tunisie : la mer saharienne n'aurait plus été alors qu'un accident local.

» M. Pomel [1] a réfuté ces théories aux divers points de vue de la constitution physique et géologique du Sahara. Il a montré que les terrains en question n'avaient pas été déposés à la manière des sédiments d'une mer, mais que c'étaient des atterrissements continentaux, dus à des eaux diluviennes et distribués conformément à l'hydrographie actuelle.

» Dans une Note précédente [2], j'ai décrit les atterrissements du bassin du Melrir, où j'ai distingué des terrains de transport et des terrains lacustres; j'ai proposé de désigner les atterrissements anciens sous le nom de *terrain saharien*, et de n'appeler quaternaires que les alluvions postérieures au creusement des vallées actuelles et des cuvettes de chotts. Les atterrissements des autres régions du Sahara sont semblables; de même ceux des hauts plateaux de l'Atlas, lesquels ne sauraient être marins, l'Atlas étant émergé depuis la fin du miocène.

» Le Sahara ne présente pas de lignes de rivages, sauf les falaises qui entourent les chotts, et ceux-ci ne sont que d'anciens lacs, dont les eaux se sont évaporées et concentrées sous l'influence d'un climat devenu sec. D'ailleurs, on sait que, d'après leur composition, les sels des chotts ne sauraient être considérés comme les résidus d'eaux de mer [3].

» Il a été répondu aux arguments tirés des faits conchyologiques et cités par MM. Bourguignat, Desor, etc., à l'appui d'une mer saharienne. M. Tournouër a fait à leur sujet une critique intéressante [4], dont je me bornerai ici à rappeler les deux conclusions suivantes. Le *Cardium edule* subfossile des chotts n'est pas une espèce purement marine : c'est surtout une espèce d'eau saumâtre; au Sahara, elle est généralement associée à des coquilles fluviatiles. Les coquilles marines isolées, que M. Desor a rencontrées en un point du Souf, dans les tranches de sables stratifiés, ne semblent pas avoir eu là leur station, et peuvent être considérées « comme » remaniées et emballées dans un dépôt diluvien ». En effet, ce cas unique, et non pas probant, ne saurait infirmer les témoignages répétés des voya-

---

(1) A. Pomel, *Le Sahara*, 1872.
(2) *Comptes rendus*, 26 mai 1884.
(3) H. Le Chatelier, *La mer saharienne* (*Revue scientifique*, 1878).
(4) Tournouer, *Association française pour l'avancement des Sciences*; 1878.

geurs, qui déclarent, ainsi que moi, n'avoir pas trouvé au désert trace de coquille marine récente. Le fait général est que les terrains récents du Sahara ne présentent pas de véritable gisement de fossiles vraiment marins.

» Les dernières explorations du Sahara ont vérifié que son altitude moyenne est notablement supérieure au niveau de la mer. Cette considération ne peut plus être invoquée contre la nature marine du terrain saharien, si l'on admet avec nous qu'il est pliocène, le nord de l'Afrique ayant subi depuis le pliocène des exhaussements assez importants. Mais elle subsiste pour les dépôts quaternaires proprement dits; car l'étude des cordons littoraux de l'Atlas montre que, depuis le quaternaire, ces mouvements ont eu trop peu d'amplitude pour que la mer ait pu pénétrer soit sur l'Atlas, dont certains chotts sont à 700^m et 800^m d'altitude, soit même dans le Sahara algérien, sauf dans la dépression de Gabès au Melrir.

» Seuls les chotts Melrir et Rharsa sont en contre-bas de la mer, et le chott Djerid n'est que légèrement en contre-haut. Assurément il aurait suffi d'un faible soulèvement, tel qu'il peut s'en être produit, même depuis les temps historiques, pour avoir séparé ces bassins de la Méditerranée; mais l'étude directe de la barre de Gabès n'a révélé ni à M. Fuchs [1], ni à M. Pomel [2], aucune trace d'un bras de mer disparu; le seuil est constitué par un terrain identique aux atterrissements anciens du Sahara; de plus, on y a trouvé des débris préhistoriques.

» Ces conclusions n'ont pas été infirmées par les travaux de M. Roudaire [3], résumés par M. Dru pour la partie géologique. A l'aplomb du seuil existe un relief souterrain en terrain crétacé; au-dessus, le terrain saharien, réduit à 33^m au col, présente des couches argilo-sableuses, gypseuses et salifères, puis une assise gypso-limoneuse. Les argiles sableuses inférieures, qui répondent à notre formation lacustre du Melrir, augmentent de puissance et se poursuivent à l'ouest sous les chotts; le limon gypseux, qui répond à notre manteau de transport supérieur, se poursuit également, mais est plus ou moins dénudé. Les cuvettes actuelles des chotts ont été entaillées dans cet ensemble; le seuil interposé entre le Djerid et le Rharsa, également en relation avec un relief crétacé, est lui-même en terrain saharien, et ce sont les dénudations latérales qui lui ont donné son relief définitif au-dessus des chotts voisins. C'est donc des érosions du terrain saha-

---

(1) E. Fuchs, *Sur l'isthme de Gabès*; 1877.

(2) A. Pomel, *Association française pour l'avancement des Sciences*; 1877.

(3) E. Roudaire, *Rapport sur la dernière expédition des chotts*; 1881.

rien que date la séparation de ces chotts en bassins fermés, lesquels furent occupés ensuite par des lacs distincts. Ces lacs quaternaires pouvaient exister encore dans les temps historiques.

Est-ce là qu'il faut placer l'ancienne mer intérieure africaine, dont parlent les géographes de l'antiquité? Non, si vraiment les textes anciens établissent qu'elle communiquait avec la Méditerranée. Et, en effet, d'après un travail récent, dû à M. Rouire ([4]), la baie de Triton d'Hérodote et de Scylax se trouverait, non pas à hauteur de Gabès, mais au nord de Sousa, dans le bassin nouvellement découvert du lac Kelbiah.

» D'autre part, pour ce qui est de la partie orientale du Sahara, M. Zittel ([1]) a émis des conclusions également négatives au sujet d'une mer quaternaire dans les déserts libyque et arabique; ce géologue ne laisse subsister de doute que pour la bande étroite et profonde qui borde le pied sud du plateau de la Cyrénaïque, à l'ouest du delta du Nil.

» En résumé, dès le début de la période tertiaire, le Sahara formait un continent, sauf, au nord-est, une région relativement restreinte que recouvrit encore la mer éocène; à la fin du miocène, tout le nord de l'Afrique était émergé, et, depuis lors, pendant le pliocène et le quaternaire, les contours du littoral sud de la Méditerranée n'ont pas sensiblement varié. »

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les lésions des tubes nerveux de la moelle épinière dans la sclérose en plaques* ([1]). Note de M. **J. Babinski**, présentée par M. Vulpian.

« L'absence des dégénérations descendantes et ascendantes de la moelle dans la sclérose en plaques est une des particularités les plus intéressantes de cette affection, parce qu'elle semble constituer une dérogation à la loi Wallérienne.

» MM. Vulpian et Charcot, dans les travaux importants qu'ils ont faits sur ce sujet, ont montré que dans les plaques de sclérose un grand nombre de tubes nerveux se dépouillent de leur myéline, tout en conservant leur cylindre-axe, et c'est ainsi qu'ils ont cherché à expliquer cette apparente anomalie.

» Quant au processus qui conduit à la dénudation du cylindre-axe,

---

(1) Rouire, *Revue scientifique*; 19 avril 1884.

(2) K. Zittel, *Die Sahara*; 1883.

(3) Travail du Laboratoire de M. Cornil, à la Faculté de Médecine de Paris.

voici comment on le conçoit actuellement : sous l'influence de l'inflammation interstitielle de la moelle, la névroglie s'épaissit; il se développe du tissu conjonctif de nouvelle formation qui comprime de tous côtés et étouffe les tubes nerveux; la destruction de la gaine de myéline serait donc le résultat d'un travail purement mécanique.

» L'emploi d'une méthode, inconnue au moment où les premiers travaux sur la sclérose en plaques ont été publiés, m'a permis de constater plus nettement encore qu'on ne peut le faire à l'aide des anciennes méthodes la disparition de la myéline et la conservation d'un grand nombre de cylindres-axes; elle m'a donné, en outre, le moyen de suivre d'une façon précise le travail de destruction de la myéline et m'a amené à concevoir autrement qu'on ne l'avait fait jusqu'à présent la nature de ce processus.

» Voici la méthode que j'ai suivie : les moelles ont été fixées et durcies par le bichromate de potasse à $\frac{2}{1000}$; il en a été fait des coupes transversales et longitudinales qui ont été d'abord traitées par le procédé récemment indiqué par M. Weigert (1), procédé dont le résultat est de teindre la myéline en brun; les coupes ont été ensuite colorées à l'aide de l'hématoxyline préparée par le procédé de M. Ranvier (2), qui se fixe sur les noyaux, et montées, après déshydratation par l'alcool et éclaircissement par l'essence de girofle, dans le baume du Canada.

» Quoique par cette méthode la myéline se rapproche un peu des noyaux par sa coloration, il est facile de ne pas les confondre, et l'on peut reconnaître aussi, du moins sur les coupes longitudinales, les cylindres-axes et les distinguer des fibres du tissu conjonctif. Il est, du reste, utile de comparer ces préparations à des coupes faites dans les mêmes régions de la moelle et traitées par le picrocarminate d'ammoniaque.

» Voici les faits qu'on peut observer sur les coupes transversales. Dans le manteau de la moelle, la myéline a, par places et dans une étendue plus ou moins grande, complètement disparu; des préparations comparatives colorées au picrocarmin font voir que, là où il n'y a plus trace de myéline, il reste encore un grand nombre de cylindres-axes. Dans la substance grise on peut voir aussi que le réseau nerveux à myéline a été, dans certains

---

(1) WEIGERT, *Ausfürliche Beschreibung der in N° 2, dieser Zeitschrift erwähnten neuen Fräbungsmethode für das Centralnervensystem* (*Fortschritte der Medicin*, n° 6).

(2) RANVIER, *Sur la structure des cellules du corps muqueux de Malpighi* (*Comptes rendus*, 26 décembre 1882).

points, complètement dépouillé de sa gaine, et que les cylindres-axes ainsi que les cellules nerveuses sont conservés.

» Sur des coupes longitudinales, on voit sur le trajet des fibres de la moelle des interruptions de la myéline plus ou moins étendues en longueur et en largeur; on distingue des groupes de tubes nerveux qui semblent disparaître et se perdre dans une plaque de sclérose pour reparaître ensuite.

» L'examen des plaques de sclérose sur les coupes longitudinales montre, dans beaucoup de points, et cela plus nettement encore que sur les coupes transversales, la persistance des cylindres-axes.

» L'étude des coupes transversales et longitudinales permet donc de voir d'une façon très nette que les cylindres-axes et les cellules nerveuses persistent dans des points où la myéline a complètement disparu.

» Mais c'est exclusivement sur les coupes longitudinales que l'on peut bien étudier les détails du processus de destruction de la myéline. Tout autour des cylindres-axes dépouillés de leur enveloppe, on trouve, suivant les régions qu'on examine, soit des fibres de tissu conjonctif, soit des cellules plus ou moins volumineuses, constituées par un protoplasma grenu contenant un noyau, soit enfin, et c'est là le point le plus intéressant, des cellules analogues aux précédentes, mais présentant en plus dans leur intérieur un nombre plus ou moins considérable de gouttelettes de myéline. Ces cellules, dans certains points, forment au cylindre-axe une gaine complète que l'on voit se continuer directement au niveau des parties saines avec la gaine de myéline. Il est assez facile de se convaincre, en examinant cette zone de transition, que la disparition de la gaine de myéline coïncide avec l'apparition de ces cellules chargées de myéline, que ces deux phénomènes sont connexes, et que la destruction de la gaine résulte de l'absorption de la myéline par le protoplasma de ces cellules.

» Quelle est la provenance de ces cellules? Se développent-elles aux dépens du protoplasma myélinique; sont-elles des cellules de la névroglie en voie de multiplication, ou bien des cellules migratrices? On peut admettre qu'elles ont à la fois ces trois origines.

» Mais l'activité du protaplasma myélinique, qui joue le rôle essentiel dans la destruction de la myéline dans le bout périphérique d'un nerf sectionné, en admettant qu'elle intervienne ici, ne paraît être qu'accessoire.

» Les cellules de la névroglie et les cellules migratrices ont ici vrai-

semblablement un rôle prépondérant. En effet, dans ce cas, la fragmentation de la gaine de myéline ne se présente pas sous le même aspect que dans le bout périphérique d'un nerf sectionné. Elle ressemble bien plus à celle qu'on peut observer dans le bout central du nerf au voisinage de la section. Or, M. Ranvier, qui a décrit les phénomènes qui se passent dans le nerf à ce niveau, a montré que la myéline était absorbée par les cellules migratrices qui s'insinuent entre la gaîne ds Schwann et le cylindre-axe.

» L'absence de gaine de Schwann dans les tubes nerveux de la moelle doit rendre encore plus facile l'action des cellules lymphatiques sur la myéline.

» La persistance d'un grand nombre de cylindres-axes dans les plaques de sclérose peut s'expliquer assez facilement : ces filaments nerveux, ayant conservé leurs connexions avec les cellules nerveuses d'où elles émanent, sont doués d'une vitalité qui leur permet d'opposer de la résistance à ce travail de destruction. Pourtant, on conçoit qu'à la longue un certain nombre de cylindres-axes cèdent et soient détruits à leur tour.

» En résumé, les préparations faites à l'aide de cette méthode, outre qu'elles permettent de constater d'une façon plus nette des faits qui ont été établis avec les méthodes anciennes, montrent en plus les détails des lésions. Elles font reconnaître ainsi que la destruction des gaines de myéline, loin d'être sous la dépendance d'un phénomène mécanique, d'une compression exercée sur les tubes nerveux par le tissu conjonctif de nouvelle formation, est liée, au contraire, à un phénomène vital, et résulte principalement de l'activité nutritive des cellules de la névroglie et des cellules lymphatiques. »

M. **Ch.-V. Zenger** transmet à l'Académie le résumé des « Observations héliophotographiques de Prague comparées aux grands mouvements atmosphériques et séismiques pendant le mois de mai 1884. » (Extrait.)

« On supposera difficilement que le hasard seul puisse établir un intervalle à peu près régulier de dix à treize jours entre les grands mouvements cycloniques et séismiques qui se répètent çà et là sur la surface du globe.

» Tout en regardant la partie mécanique, c'est-à-dire le développement et le parcours des cyclones, comme définitivement éclaircie par la théorie, on doit reconnaître que la Météorologie moderne n'a pas abordé jusqu'ici la recherche des origines de ces grandes manifestations d'énergie. Il est pourtant naturel de songer à rapporter la production périodique des cy-

clones, des éruptions volcaniques et des tremblements de terre à une cause générale, par exemple à une cause cosmique.

» Des actions directes du Soleil peuvent bouleverser à la fois les enveloppes gazeuses des planètes et les couches intérieures fluides de leurs noyaux. La seule cause cosmique capable de déterminer comme le Soleil un changement dans la vitesse de rotation des couches supérieures de notre atmosphère, et peut-être aussi d'agir sur l'équilibre intérieur de notre globe, c'est le passage d'innombrables météorites traversant notre atmosphère avec leur vitesse planétaire. La destruction de cette vitesse imprimerait aux couches supérieures une diminution ou une accélération de la vitesse de rotation, condition essentielle pour la formation de mouvements giratoires ascendants ou descendants.

» Le passage des essaims météoriques peut agir d'une manière concordante avec l'influence directe du Soleil. »

M. J. **Rambosson** demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat un travail manuscrit portant pour titre : « Le mouvement réflexe contagieux ».

La séance est levée à 5 heures. J. B.